

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA
Departamento de Nutrición y Bromatología II (Bromatología)



Caracterización de derivados de piña: zumos y néctares

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR

María Montaña Cámara Hurtado

Directoras

María Esperanza Torija Isasa

María del Carmen Díez Marques

Madrid

ISBN: 978-84-8466-822-0

© María José Calvo Alcántara, 1992

DEPARTAMENTO DE BROMATOLOGIA
Y
TECNICAS ANALITICAS FARMACEUTICAS

FACULTAD DE FARMACIA. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

CARACTERIZACION DE DERIVADOS DE PIÑA: ZUMOS Y NECTARES

Memoria presentada por Dña. M^a Montaña Cámara Hurtado
para optar al Grado de Doctor en Farmacia.

Madrid, Junio de 1992.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II
(Bromatología y Técnicas Analíticas Farmacéuticas)

**Ma ESPERANZA TORIJA ISASA Y CARMEN DIEZ MARQUES, CATE-
DRATICA Y PROFESORA TITULAR RESPECTIVAMENTE, DEL DE-
PARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II: BROMATOLO-
GIA Y TECNICAS ANALITICAS FARMACEUTICAS DE LA FACUL-
TAD DE FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MA-
DRID**

CERTIFICAN: Que el presente trabajo titulado "**CARACTE-
RIZACION DE DERIVADOS DE PIÑA: ZUMOS Y NEC-
TARES**" se ha realizado en este Departamen-
to bajo nuestra dirección y constituye la
Memoria que presenta la Licenciada **Da. MON-
TAÑA CAMARA HURTADO** para optar al grado de
Doctor.

Y para que conste a los efectos oportunos firmamos el
presente certificado en Madrid a veintidos de junio -
de mil novecientos noventa y dos.



DEPARTAMENTO
BROMATOLOGIA

Esperanza Torija

Carmen Diez Marques



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE FARMACIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II
(Bromatología y Técnicas Analíticas Farmacéuticas)

Ma ESPERANZA TORIJA ISASA, CATEDRATICA Y DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA II: BROMATOLOGIA Y TECNICAS ANALITICAS FARMACEUTICAS, DE LA FACULTAD DE FARMACIA DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

CERTIFICA: Que el presente trabajo titulado: "**CARACTERIZACION DE DERIVADOS DE PIÑA: ZUMOS Y NECTARES**" se ha realizado en este Departamento bajo la dirección de la **Dra. Da. Ma. ESPERANZA TORIJA ISASA** y **Dra. Da. CARMEN DIEZ - MARQUES** y constituye la Memoria que presenta la Licenciada **Da. MONTAÑA CAMARA HURTADO** para optar al Grado de Doctor.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo el presente certificado en Madrid a veintidos de junio de -- mil novecientos noventa y dos.



Esperanza Torija

DEPARTAMENTO
BROMATOLOGIA

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la Dra M^a Esperanza Torija Isasa y a la Dra Carmen Diez Marqués, directoras de esta Memoria, por todo su apoyo científico y humano, cuyo esfuerzo ha hecho posible la realización de éste trabajo.

Deseo agradecer al la Dra Pilar Cano Dolado, la gran ayuda técnica prestada al facilitar la realización del estudio de ácidos orgánicos y parámetros relativos al color.

A la Dra M^a Cruz Matallana por los conocimientos aportados para el enriquecimiento de esta Memoria, especialmente en el estudio de la Vitamina C.

A la Dra M^a Jose Villanueva por su ayuda desinteresada prestada en el trabajo diario.

También deseo agradecer a D. Jose M^a Gonzalez la valiosa información técnica aportada así como las muestras de concentrado de zumo de piña facilitadas.

Así como a todos mis compañeros que con su apoyo han contribuido a la realización de este trabajo.

Por último quiero agradecer a mis padres y hermanos toda su colaboración prestada y cuyo apoyo diario me ha permitido la realización de esta Memoria.

A mi familia

INDICE

1. INTRODUCCION

pàg

1.1. IMPORTANCIA DEL TEMA	2
1.2. OBJETIVOS	3

2. PARTE GENERAL

2.1. CARACTERIZACION DE LA PIÑA	6
2.1.1. PRODUCCION Y CONSUMO	6
2.1.2. ASPECTO BOTANICO	8
2.1.3. CONDICIONES DE CULTIVO	11
2.1.4. MADURACION DE LA PIÑA	12
2.1.5. RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO	14
2.1.6. POSIBLES ALTERACIONES POST-RECOLECCION DE LA PIÑA	15
2.2. COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO	17
2.3. PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PIÑA: ZUMOS Y NECTARES	21
2.3.1. ELABORACION DE ZUMOS Y NECTARES DE FRUTAS	21
2.3.1.1. Operaciones de fabricación	22
2.3.1.1.1. Tratamientos preliminares	25
2.3.1.1.2. Extracción del zumo	26
2.3.1.1.2.1. Trituración o molturación	27
2.3.1.1.2.2. Prensado	27
2.3.1.1.2.3. Tamizado	28
2.3.1.1.3. Operaciones finales: Decantación, centrifugado, clarificación y filtración	28
2.3.1.1.3.1. Decantación	29
2.3.1.1.3.2. Centrifugado	29
2.3.1.1.3.3. Clarificación	29
2.3.1.1.3.4. Filtración	31
2.3.1.1.4. Desaireación	32

2.3.1.1.5. Pasteurización	33
2.3.1.1.6. Almacenamiento transitorio	34
2.3.1.1.7. Concentración	35
2.3.1.1.8. Recuperación de sustancias volátiles de los zumos	38
2.3.1.1.9. Redilución del concentrado	39
2.3.1.1.10. Conservación y envasado	39
2.3.1.1.11. Almacenamiento	42
 2.3.2. POSIBLES ALTERACIONES DE ZUMOS, NECTARES Y Y CONCENTRADOS DE FRUTAS	43
2.3.2.1. Cambios en los caracteres organolépticos	43
2.3.2.2. Alteraciones en el valor nutritivo	44
2.3.3. EVALUACION DE LA CALIDAD DE ZUMOS NECTARES Y CONCENTRADOS DE FRUTAS	50
 2.3.4. LEGISLACION	58
2.3.4.1. Definiciones y denominaciones	58
2.3.4.2. Manipulaciones permitidas y prohibidas	61
2.3.4.3. Características de los zumos de frutas	63
2.3.4.4. Envasado, etiquetado y rotulación de zumos y néctares de frutas	64
2.3.4.5. Listas positivas de aditivos y coadyuvantes en la elaboración de zumos de frutas	65
2.3.4.6. Nueva legislación	68
 <u>3. PARTE EXPERIMENTAL</u>	
 3.1. MUESTREO PREVIO Y FIJACION DE CONDICIONES	72
 3.2. MUESTREO DEFINITIVO	81
 3.3. DETERMINACIONES ANALITICAS	88
3.3.1. DENSIDAD	89
3.3.2. EXTRACTO SECO	89
3.3.3. PULPA SUSPENDIDA	91

3.3.4. pH	91
3.3.5. ACIDEZ TITULABLE	91
3.3.6. ACIDOS ORGANICOS	91
3.3.7. AZUCARES SOLUBLES	96
3.3.7.1. Método colorimétrico de la Antrona	101
3.3.7.1.1. Estudio del método	102
3.3.7.2. Método cromatográfico (CLAE)	108
3.3.7.2.1. Estudio del método	109
3.3.8. SUSTANCIAS PECTICAS	115
3.3.8.1. Ensayos del método	117
3.3.9. FIBRA NEUTRO DETERGENTE	120
3.3.10. INDICE DE FORMOL	122
3.3.11. PROTEINAS	122
3.3.12. VITAMINA C	123
3.3.12.1. Estudio del método	127
3.3.13. CENIZAS	130
3.3.14. ALCALINIDAD DE LAS CENIZAS	130
3.3.15. ELEMENTOS MINERALES	131
3.3.15.1. Método de absorción atómica	131
3.3.15.1.1. Estudio del método	135
3.3.15.2. Método colorimétrico (Nitromolibdovanadato)	137
3.3.15.2.1. Ensayos del método	139
3.3.16. ANHIDRIDO SULFUROSO	141
3.3.17. FURFUROL	144
3.3.17.1. Estudio del método	145
3.3.18. RELACION O INDICE DE MADUREZ	148
3.3.19. COLOR	148

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. INTRODUCCION DE LOS RESULTADOS	152
4.2. PLANTEAMIENTO DE LA DISCUSION	155
4.3. ESTUDIO PARTICULAR DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS	161

4.3.1. EVALUACION DE SUS CARACTERISTICAS FISICO- QUIMICAS Y COMPOSICION QUIMICA	161
4.3.1.1. Densidad, extracto seco y pulpa suspendida	161
4.3.1.1.1. Comparacion con datos bibliográficos	181
4.3.1.1.2. Estudio de la variabilidad de los lotes Análisis de la varianza	183
4.3.1.1.3. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	183
4.3.1.2. pH, acidez titulable y ácidos orgánicos	186
4.3.1.2.1. Comparación con datos bibliográficos	218
4.3.1.2.2. Estudio de la variabilidad de los lotes. Análisis de la varianza	220
4.3.1.2.3. estudio de la influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	222
4.3.1.2.4. Análisis de las correlaciones	224
4.3.1.3. Azúcares solubles	227
4.3.1.3.1. Comparación con datos bibliográficos	257
4.3.1.3.2. Influencia del lote. Análisis de la varianza	259
4.3.1.3.4. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	261
4.3.1.3.5. Estudio de correlaciones	262
4.3.1.4. Fibra neutro detergente y sustancias pécticas	265
4.3.1.4.1. Comparación con datos bibliográficos	271
4.3.1.4.2 Influencia del lote. Análisis de la varianza	273
4.3.1.4.3 Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	275
4.3.1.5. Proteínas e índice de formol	276
4.3.1.5.1. Comparación con datos bibliográficos	281
4.3.1.5.2. Influencia del lote. Análisis de la varianza	282
4.3.1.5.3. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	282
4.3.1.6. Vitamina C	283

4.3.1.6.1. Comparación con datos bibliográficos	289
4.3.1.6.2. Influencia del lote. Análisis de la varianza	291
4.3.1.6.3. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	293
4.3.1.7. Contenido mineral: cenizas, alcalinidad, y elementos minerales	294
4.3.1.7.1 Comparación con datos bibliográficos	325
4.3.1.7.2. Influencia del lote. Análisis de la varianza	327
4.3.1.7.3. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	329
4.3.2. EVALUACION OBJETIVA DE CARACTERES ORGANOLEPTICOS	335
4.3.2.1. Indice de madurez	335
4.3.2.1.1 Comparación con datos bibliográficos	344
4.3.2.1.2 Influencia del lote. Análisis de la varianza	344
4.3.2.1.3. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	346
4.3.2.2. Medida objetiva del color	347
4.3.2.2.1 Comparación con datos bibliográficos	362
4.3.2.2.2. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	362
4.3.3. ESTUDIO DE PARAMETROS AJENOS A LA COMPOSICION	364
4.3.3.1. Furfurol y anhídrido sulfuroso	364
4.3.3.1.1. Influencia del lote. Análisis de la varianza	383
4.3.3.1.2. Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza	385
4.4. ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	386
4.4.1. ANALISIS DE LA VARIANZA	395

4.5. CARACTERIZACION GLOBAL DE ZUMOS Y NECTARES	
DE PIÑA	398
4.5.1. PARAMETROS RELACIONADOS CON LA ACIDEZ	407
4.5.2. PARAMETROS RELACIONADOS CON EL CONTENIDO	
EN AZUCARES	414
4.5.3. PARAMETROS RELACIONADOS CON EL CONTENIDO	
MINERAL	421
 <u>5. CONCLUSIONES</u>	430
 <u>6. BIBLIOGRAFIA</u>	439

1.- INTRODUCCION

1.1.1. — IMPORTANCIA DEL TEMA.

El aumento de calidad de vida ha supuesto un cambio en los hábitos alimentarios, aumentando la preferencia por los productos naturales y especialmente exóticos, como es el caso de las frutas.

Las frutas tropicales y subtropicales, conocidas como frutas exóticas tienen gran importancia por su valor nutritivo, al ser especialmente ricas en vitaminas, vitamina C principalmente, y minerales, K, Mg, Fe y Ca, además de su agradable aroma y colorido.

Dentro de este grupo de frutas, la piña es considerada como " La reina de las frutas " por su atractiva corona, forma externa y grato aroma característicos.

Además de su riqueza en micronutrientes hay que destacar la presencia, en esta fruta, de un enzima " la bromelina " de enorme importancia a nivel digestivo ya que hidroliza algunas fracciones proteicas de la carne.

La importancia comercial de la piña viene condicionada por sus restringidas áreas de cultivo lo que hace necesario su transporte entre los continentes, favorecienciendo las relaciones de importación / exportación entre los países productores (menos desarrollados generalmente) y los países consumidores (más industrializados).

Aunque la piña se consume como fruta fresca en la mayoría de los países, y es al natural como ofrece todo su sabor y múltiples propiedades, la estacionalidad de la producción y la necesidad de importación, en especial en nuestro país, han favorecido el desarrollo de industrias destinadas a la producción de derivados, principalmente conservas de

piña en rodajas o troceada, o elaboración de zumos y néctares, diversificándose así las formas de consumo de esta fruta durante todo el año.

El interés por los zumos de frutas ha aumentado considerablemente en nuestro país en los últimos años, pero quedando aún lejos de EEUU y Francia que son los principales consumidores.

Los zumos y néctares de frutas exóticas tienen un carácter atractivo, sabor agradable y valores nutricionales importantes, debido a la riqueza en micronutrientes de las frutas de partida, aunque hay que indicar que durante su procesado, desde la recolección hasta que el derivado llega al consumidor, existen unas pérdidas de nutrientes debidas fundamentalmente a los distintos tratamientos térmicos a que es sometida la fruta. Por otra parte hay que considerar que el fabricante puede elaborar los productos intentando evitar estas pérdidas, e incluso potenciar el valor nutritivo por adición o enriquecimiento en algunos componentes como ocurre en el caso de la vitamina C.

Por todo ello, planificamos la realización del presente trabajo, y la finalidad del mismo se matiza en los objetivos que se indican a continuación.

1.2. — OBJETIVOS.

Existe el conocimiento generalizado del aporte de vitaminas y minerales, por parte de las distintas frutas, y el aumento de la oferta permite una mayor libertad de elección por parte de los consumidores.

Para la realización de este estudio se han escogido la piña y sus derivados por su gran proliferación en nuestros mercados y la preferencia de los consumidores frente a las frutas tradicionales,

especialmente cítricos (naranja).

En la bibliografía científica no quedaba reflejada esta importancia, encontrando escasas referencias relacionadas con la composición de la piña y sus derivados, frente a la gran cantidad de estudios realizados sobre los derivados de cítricos.

Teniendo en cuenta esta escasez de datos y el aumento del consumo de estos productos planteamos los siguientes objetivos:

- Estudio de la composición general de la piña fresca y sus derivados: concentrado, zumos comerciales y néctares.
- Estudio particular de su contenido en ácidos orgánicos, azúcares y elementos minerales.
- Estudio objetivo de los caracteres organolépticos : sabor y color.
- Estudio de compuestos ajenos a la composición de la piña fresca: furfurool y anhídrido sulfuroso.
- Estudio de la posible influencia del tipo de envasado en las características finales de los néctares.
- Estudio de la influencia del tiempo de almacenamiento en la composición de los zumos comerciales.

El conseguir los objetivos anteriormente mencionados nos permitirá realizar la caracterización correcta de los zumos y néctares de piña así como el seleccionar unos parámetros que sean útiles como índices de calidad de estos productos.

2.- PARTE GENERAL

2.1.- CARACTERIZACION DE LA PIÑA.

2.1.1.- PRODUCCION Y CONSUMO.

La piña es uno de los cultivos más importantes en la zona tropical, donde está ampliamente distribuido; su origen se sitúa en Brasil y algunas especies proceden de Africa. (DULL, 1971).

Los productos derivados de esta planta son muy variados, desde fibra, obtenida del interior de sus hojas y de utilidad en la industria textil, hasta las diversas aplicaciones en la industria alimentaria: consumo de fruta fresca, enlatada, zumos, néctares, ensaladas y otros. (F.A.O. 1990; SALUNKE y DESAI, 1984).

La producción mundial de piña ha aumentado más del 50% en la última década, siendo los productores mayoritarios Hawaii, Tailandia, China, Estados Unidos, Filipinas, México y Brasil. Estos exportan a países de clima templado, donde son mejor aceptadas las frutas de menor tamaño, en los primeros estados de la maduración; las preferencias del mercado español hacia calibres más bien grandes, difieren de las predominantes en el mercado europeo. (DULL, 1971; SALUNKE y DESAI, 1984; SANMARTIN y col., 1989).

La piña que se comercializa en el mercado español procede, casi en su totalidad, de Costa de Marfil (el 90%) y en menor cantidad de Brasil y Camerún. El 35% de la piña importada se comercializa en Cataluña, el 25% en la Comunidad Valenciana y el 12% en Madrid. (ARVIZA GANDARA y ARVIZA VALVERDE, 1983; DIAZ ROBLEDO, 1981).

La mayor demanda de esta fruta por parte de los consumidores

españoles, ha supuesto que la importación de piña haya aumentado en un 37% en el periodo 1985 - 1990. La producción nacional se destina fundamentalmente a consumo interno, exportando a Francia, fundamentalmente, y en menor medida a Portugal. (LOPEZ - PUERTAS, 1991).

La principal región productora de piña enlatada es Hawaii, donde existen los mayores cultivos y tienen la proximidad de Estados Unidos, lo que supone un amplio mercado; le siguen muy a distancia Filipinas y Malasia.

La producción mundial de zumo de piña es particularmente difícil de evaluar, ya que la mayoría se comercializa a nivel de exportación e importación, como producto concentrado. Al igual que en la piña en lata, Hawaii y Filipinas son los mayores productores de concentrado de piña (80%), seguidos de Australia, Africa del Sur y Costa de Marfil. (ARVIZA GANDARA y ARVIZA VALVERDE,1983; DIAZ ROBLEDO, 1981).

Respecto al consumo, Estados Unidos, Francia e Inglaterra, son los principales países importadores y consumidores de derivados de piña, seguidos de Canada y Suiza. La mayor proporción corresponde a la piña en lata, seguida de los zumos y por último los néctares y la piña fresca. En todos estos países el aumento del consumo de zumos ha sido superior al del resto de productos. Así en Francia el consumo de zumos de piña aumentó un 18% de 1988 a 1989. (ANONIMO, 1990; ARVIZA GANDARA y ARVIZA VALVERDE,1983).

En nuestro país según PERTEJO y col., (1990), el consumo de zumos y néctares de frutas ha aumentado considerablemente, pasando de un consumo de 3 a 9 Litro por persona y año, en el periodo comprendido entre 1970 y 1988.

2.1.2 – ASPECTO BOTANICO.

La piña, *Ananas comosus* L. Merril = *Ananas sativum* L. Lindl, pertenece a la Familia de las Bromeliaceas.

Es una planta perenne, monocárpica, que crece a ras del suelo; cada tallo florece sólomente una vez y produce un único fruto. que tarda entre 5 y 6 meses en madurar, tornando su color verdoso en amarillo anaranjado cuando adquiere su grado óptimo de madurez.

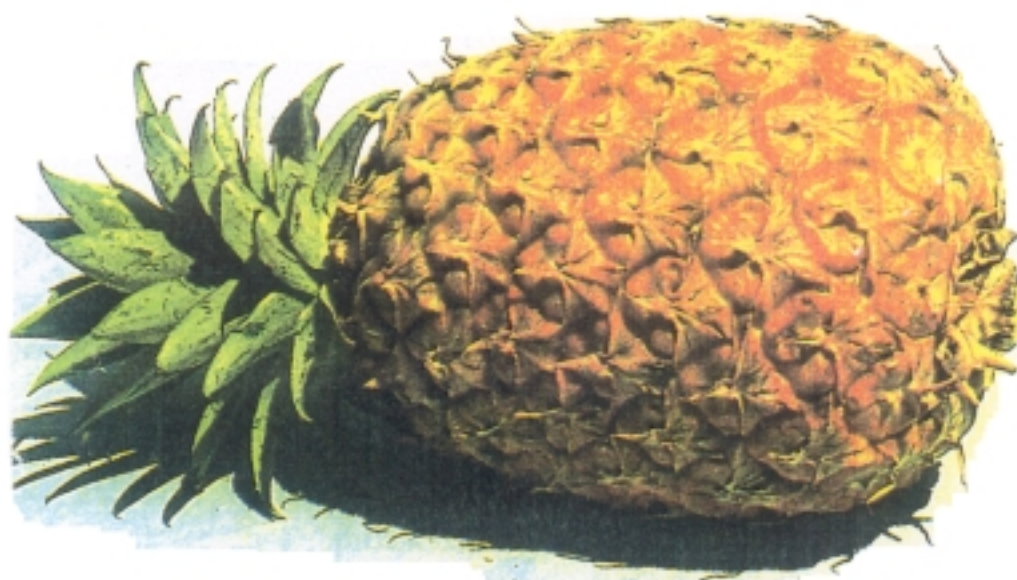
Las hojas, largas y estrechas, parten en espiral de un pequeño tallo central formando una roseta, como se muestra en la Foto 1.

La piña, (Foto 2), es un fruto en sorosis: conjunto de 100 a 200 frutos pequeños procedentes de flores hermafroditas reunidas en amento (espiga articulada por su base y compuesta de flores de un solo sexo). (DIAZ ROBLEDO, 1981; DULL, 1971; GORTNER y col., 1967; SALUNKE y DESAI, 1984; SINGLETON, 1965).

FOTO 1 ..



FOTO 2 ..



En el extremo apical de la fruta hay una multitud de hojas que continúan creciendo hasta que la fruta está madura, pudiendo ser usadas para su propagación. (SALUNKE y DESAI, 1984).

Respecto al metodo de propagación, hay diversidad de opiniones entre los distintos autores; unos opinan que la polinización debe ser cruzada (SALUNKE y DESAI, 1984) y otros que la propagación debe realizarse por partenocarpia, ya que los distintos cultivares comerciales son incompatibles (BARTHOLOMEW y PAUL , 1986) y las variedades cultivadas generalmente no producen semillas.

Los distintos autores (. BONNASSIEUX, 1988; DIAZ ROBLEDO, 1981; SALUNKE y DESAI, 1984) definen diversos cultivares comerciales:

- "Abacaxi": Originario de Brasil y Africa. Los frutos tienen forma cónica piramidal, presentan brácteas frágiles, en relieve y de forma hexagonal. Su peso oscila entre 1.5 - 2 Kg y tienen elevado contenido en azúcares, de 13 - 17 %.

Las hojas tienen fuertes espinas y los frutos no son buenos para enlatado ni exportación como fruta fresca.

- "Cayenne": Es originario de la Guayana francesa y la variedad más conocida es la "Smooth Cayenne" o "Cayenne lise". Se caracteriza por presentar frutos de aspecto exterior anaranjado - rojizo al alcanzar la madurez y pulpa interior de color dorado. Tiene forma cilíndrica, que le hace muy aconsejable para su uso en la industria de enlatado. Las brácteas tienen forma hexagonal plana y las hojas sin espinas. El peso del fruto es aproximadamente 2 Kg.

Otras variedades de este cultivar son: "Hilo" y "Baronne de Rothschild".

Es uno de los cultivares más extendidos por su alta rentabilidad y buena

calidad de sus frutos (alto contenido en azúcares) junto a una elevada resistencia al ataque de hongos, siendo muy utilizado en la industria conservera.

- **"Queen"**: Se caracteriza por presentar frutos más pequeños, con brácteas hexagonales prominentes. Las variedades más conocidas son: "Natal Queen", "Z Queen" y "Ripely Queen".

- **"Spanish"**: Más conocido como "Red Spanish". Sus frutos son de tamaño mediano con brácteas hexagonales irregulares, hojas con espinas y una corona central bien desarrollada; pulpa interna fibrosa y sabor característico. Se cultiva principalmente en las Islas del Caribe. Esta es una buena variedad para la exportación de fruta fresca, al contrario de la variedad "Singapore Spanish" que tiene mejor aplicación en la industria del enlatado.

2.1.3 – CONDICIONES DE CULTIVO.

La piña es una fruta muy resistente a la desecación, hasta el punto que ensayos de cultivos irrigados no han mostrado efecto positivo en la calidad del fruto. (DUANE y ROBERT, 1986).

El "suelo para piña" debe ser ligero, de tipo arenoso o areno - arcilloso, ácido, bien drenado y suelto. (PY, 1983).

Como se ha indicado anteriormente, la piña es capaz de resistir la sequía, pero para obtener fruta de buena calidad necesita un mínimo de agua bien distribuida a lo largo del año y que el terreno permita absorberla. (PY, 1983).

El clima óptimo para su desarrollo se encuentra en zonas tropicales,

donde las temperaturas oscilan entre 16 - 32 °C (óptimo 25 °C y 1.400 - 1.800 m de altitud), siendo indeseables las heladas, bajas temperaturas y exceso de radiación solar. (SALUNKE y DESAI, 1984).

2.1.4.- MADURACION DE LA PIÑA.

Diversos autores (DULL, 1971; GORTNER y col., 1967; SALUNKE y DESAI, 1984) coinciden en establecer las siguientes fases en el desarrollo y maduración de la piña:

- **Desarrollo:** Es el fin de la floración y comienzo de maduración de la fruta; realmente no cesa hasta el comienzo de la senescencia.
- **Pre - maduración y maduración:** Metabólicamente la fase de maduración es un proceso de diferenciación de tejidos y síntesis específica de ciertos enzimas responsables de los cambios de color, textura y sabor de la fruta.

La maduración organoléptica supone la transformación de un producto fisiológicamente maduro pero no comestible, en otro visual, olfatoria y gustativamente atractivo y va seguida del envejecimiento. La madurez comercial es aquel estado de la fruta en que el mercado exige que se encuentre. (WILLS y col.,1984).

- **Senescencia:** La senescencia es una fase en la que cesan los procesos bioquímicos anabólicos o sintéticos y comienzan los catabólicos o degradativos, hasta llegar a la muerte tisular. Se caracteriza por una desorganización, ablandamiento y ruptura de tejidos, pardeamientos enzimáticos, así como alteraciones en el aroma típico de la fruta, entre otros desórdenes. (BELITZ y GROSH, 1985; GORTNER y col., 1967; WILLS y col., 1984).

En la piña, el desarrollo de la inflorescencia se inicia naturalmente por efecto de los días largos y las noches frías, si bien, comercialmente, su desarrollo puede regularse con tratamientos hormonales. (DUANE y ROBERT, 1986).

Al ser un fruto compuesto de pequeñas frutas, éstas no maduran a la vez, sino que la maduración es progresiva desde la base hasta el ápice; por ello nunca todas las partes de la fruta presentan el mismo estado de desarrollo. (DULL, 1971; GORTNER y col., 1967; SINGLETON, 1965).

La piña se encuentra dentro del grupo de frutas no climatéricas; esto significa que su actividad respiratoria es más alta en las fases previas a la maduración y disminuye con la edad. En estas frutas su respiración progresa más lentamente que en las frutas climatéricas, y se las suele dejar madurar en la planta. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; WILLS y col., 1984).

El proceso madurativo de esta fruta está caracterizado por una disminución de los pigmentos clorofílicos y aumento de carotenoides, disminución del pH del zumo, con el consiguiente aumento de acidez, y aumento del contenido de azúcares (reflejados en los °Brix y especialmente sacarosa), acumulación de ésteres volátiles, etc. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; DUANE y ROBERT, 1986; DULL, 1971; GORTNER y col., 1967; SALUNKE y DESAI, 1984).

Si bien la piña, como fruta no climatérica, no presenta grandes cambios en su composición química general durante el proceso madurativo, en el caso del contenido de ácidos orgánicos (que normalmente se convierten en azúcares durante la maduración), las tasas más elevadas se hallan cuando la fruta está plenamente madura. (WILLS y col., 1984).

Según diversos autores (PAUL, 1985; SINGLETON, 1965; SINGLETON y col., 1965) la variación en el contenido de ácidos L-málico y ascórbico

en la piña no es debida al proceso madurativo sino que está influenciada por la variación en las condiciones climáticas, especialmente la luminosidad solar, de manera que al aumentar ésta se produce un aumento en el contenido de ácido ascórbico y una disminución en el contenido de ácido L-málico.

2.1.5. - RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO.

El momento óptimo para su recolección está condicionado a cual sea el uso al que se destine la fruta; así, para la industria del enlatado, se requiere la recolección de frutas maduras, lo que se observa por el color externo y el ruido al golpear la base del fruto; para la exportación se requieren frutos medio maduros que presenten un mínimo de 12 °Brix.

Para los mercados locales se precisan frutas totalmente maduras, según las apetencias de los consumidores de la zona.

Según ARVIZA GANDARAS y ARVIZA VALVERDE (1983), las preferencias del consumidor español se centran en la fruta de un peso igual o superior a 1.7 Kg, obteniéndose los mejores precios para los calibres mayores. En cuanto a la conformación y grado de madurez, en Zaragoza, Valladolid, Ibiza y Castellón, el buen desarrollo de la fruta y color el intenso son características exigidas, mientras que en las otras zonas se prefiere la fruta más firme. En general, el consumidor español considera como demérito la ablación parcial y la madurez de la fruta.

2.1.6.- POSIBLES ALTERACIONES POST - RECOLECCION DE LA PIÑA.

Las distintas alteraciones de los frutos pueden ser debidas a :

- Exceso de radiaciones solares, con especial incidencia sobre el contenido de ácidos L-málico y ascórbico, como se ha indicado anteriormente.
- Lesión del frío "Chilling injury": Es un desorden típico de productos de origen tropical o subtropical, que se produce como consecuencia de su exposición, durante el almacenamiento, a temperaturas inferiores a su temperatura crítica, la cual varía según cada fruto, y es distinto de los desórdenes producidos por la congelación. (CAMARA, 1990; COUEY, 1982; SHEWFELT, 1990; WANG, 1982).

En el caso de las piñas esta sensibilidad a las lesiones por frío aumenta a medida que el proceso de maduración es más avanzado, y suele ir acompañado de pardeamientos internos, disminución del pH y del contenido en ácido ascórbico. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; DULL, 1971, PAUL y ROHRBACH, 1985; SALUNKE y DESAI, 1984).

Por todo esto es recomendable el almacenamiento de la piña en un rango de temperaturas entre 7,5 y 12 °C y entre un 70 y 90 % de humedad (DUANE y ROBERT, 1986) o como indican PAUL Y ROHRBACH (1985) a temperaturas no menores de 12 °C.

- Transporte y condiciones de almacenamiento inadecuados.
- Arrastre de la fruta en la zona de producción.

- Punto de corte inadecuado.

Otras causas del deterioro de la piña, posteriores a la recolección, pueden ser plagas, hongos y bacterias. Dentro de los patógenos causantes de alteraciones en el fruto de la piña el más importante es el hongo "*Fusarium moniliforme* var. *subglutinans*", causante de la "gommosis", que induce a su podredumbre. Se evita trabajando con material vegetal sano. Este hongo afecta fundamentalmente a la variedad "Red Spanish", siendo por el contrario resistente la variedad "Smooth Cayenne". (PEREZ GUERRA, 1983; SALUNKE y DESAI, 1984).

Por último, es preciso citar una de las enfermedades más graves de la piña, que se manifiesta en todas las áreas productoras y se conoce con el nombre de "Wilt"; su etiología no es bien conocida, aunque se sabe que está directamente relacionada con un insecto de la familia *Pseudococcidae: Dysmicoccus brevipes*. (PEREZ GUERRA, 1983).

Para tratar de minimizar estas alteraciones, los distintos autores proponen diversas técnicas a aplicar sobre la piña, como son: utilización de fungicidas, atmósferas controladas, o tratamientos con radiaciones ionizantes. (DUANE y ROBERT, 1986; HUXOLL, 1989; KING, 1989; SALUNKE y DESAI, 1984).

En el caso de la piña no se puede aplicar la medida de disminuir la temperatura de almacén, como medida preventiva, pues aparecerían las lesiones por frío.

2.2. COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO.

Dado que la piña es una fruta compuesta de múltiples frutas, cuya maduración no es simultánea sino progresiva desde la base hasta el ápice, su composición química tampoco es uniforme y depende de múltiples factores, como la variedad, estado de madurez, factores climáticos, condiciones de cultivo, etc.

Sin embargo distintos autores, (ADRIAN y FRANGUE, 1990; BIELIG y WERNER, 1973; DULL, 1971; KERMASHA, 1987; SALUNKE y DESAI, 1984; SINGLETON Y GORTNER, 1965; SOUCI y col., 1986) coinciden en definir unos rangos de composición química bastante similares.

Como es general en casi todas las frutas, el componente mayoritario de la piña es el agua, presentando unos niveles entre 80 y 94.4 % .

Los hidratos de carbono son los que siguen cuantitativamente al agua, no encontrándose grandes diferencias entre los valores aportados por los distintos autores, que indican un rango entre 12 - 15 % de azúcares solubles (fructosa, glucosa y sacarosa) y todos ellos coinciden en indicar la sacarosa como azúcar mayoritario (dos terceras partes del total). (WOODROOF y LUH, 1986).

La fracción hidrocarbonada tiene gran importancia, ya que aporta la mayor proporción de energía metabolizable y los consumidores se ven atraídos por el sabor dulce que este grupo de compuestos proporciona a las frutas.

Parte de los hidratos de carbono, los no aprovechables , constituyentes

de la fibra alimentaria, cuyas propiedades beneficiosas son objeto de múltiples estudios, se encuentran en las frutas, fundamentalmente, en forma de pectinas. (SHEWFELT, 1990).

El consumo de frutas complementa la ingesta de fibra alimentaria aportada por las verduras ; así, para algunos investigadores, un aporte de aproximadamente 20 g diarios, son suficientes para prevenir enfermedades o mejorar la salud general. (VANHOUNY y KRITCHEV, 1986).

La piña presenta unos valores de fibra cercanos al 1 % ,(LANZA, 1986; LUND y SMOOT, 1982; SOUCI y col., 1986; SALUNKE y DESAI, 1984) que pueden considerarse intermedios entre los presentados por otras frutas como la sandía 0.27 % y el coco 4.4 %. (LANZA y BUTRUM, 1986; LUND y SMOOT, 1983; VIDAL-VALVERDE y col., 1982).

Respecto al contenido de pectinas, la piña, presenta valores variables entre 0.1 y 0.3 %, según distintos autores. (DULL, 1971; SOUCI y col., 1986; VIDAL-VALVERDE y col., 1982).

En relación al contenido de proteínas, las frutas no contribuyen de manera importante al aporte proteico de la dieta; su proteína es de carácter principalmente funcional, al ser en su mayoría enzimas.

El contenido proteico de la piña es del orden del 0,1 - 0,4 % (BIELIG y WERNER, 1973; KERMASHA y col., 1987; SALUNKE y DESAI., 1984; SOUCI y col., 1986) cantidades bajas si las comparamos con otras frutas tropicales como el dene (4.58 g/100g). (BERRY, 1981; HALL y col., 1980).

La importancia de la fracción proteica de la piña es debida a la presencia de un enzima: la bromelina, enzima similar a la papaína, de gran actividad proteolítica; por ello es excelente desde el punto de vista digestivo. (BONNASSIEUX, 1988; DULL, 1971).

Respecto al contenido de aminoácidos, los mayoritarios son glicina y alanina. (DULL, 1971).

El contenido de lípidos no es significativo en esta fruta, encontrándose a nivel de trazas. (ADRIAN y FRANGUE, 1990; SALUNKE y DESAI, 1984).

La acidez de la piña se debe fundamentalmente a los ácidos cítrico y L-málico (DULL, 1971; SINGLETON y col., 1965; SINGLETON, 1965; DUANE y ROBERT, 1986) y en menor proporción, ya que no siempre están presentes, a los ácidos oxálico, succínico y malónico, encontrándose valores de acidez total (expresada en ácido cítrico) entre 0.6 - 1.62 %.

Los valores de ácido málico están influidos por factores ambientales, como ya mencionamos anteriormente, al igual que los de ácido ascórbico, aunque este último no contribuye sustancialmente a la acidez de la fruta.

Las vitaminas son micronutrientes de gran interés en las frutas. La vitamina C, aunque es un constituyente minoritario de este tipo de alimentos, tiene gran importancia por su papel en la prevención del escorbuto.

Las necesidades del organismo de esta vitamina se estiman en unos 50 mg/día (BRUBACHER, 1985) y muchas frutas contienen esta cifra en solo 100 g. La piña contiene entre 10 - 25 mg vitamina C por 100g. (ADRIAN y FRANGUE, 1990; BIELIG y WERNER, 1973; DULL, 1971; KERMASHA y col., 1987; SALUNKE y DESAI, 1984; SHEWFELT, 1990; SOUCI y col., 1986).

En cuanto al contenido mineral, la piña presenta entre 0,3 y 0,5 % (ADRIAN y FRANGUE, 1990; BOLAND y col., 1972; DULL, 1971; KERMASHA y col., 1987; SOUCI y col., 1986), destacando los siguientes elementos: dentro del grupo de macroelementos, sodio y potasio; y del grupo de microelementos, hierro y manganeso, son los más representativos, siendo en la piña, al igual que en la mayoría de las frutas, el potasio el elemento

mayoritario. (SHEWFELT, 1990). Todos ellos tienen gran importancia por las diversas funciones orgánicas en las que intervienen. (WILLS y col., 1984).

La piña tiene especial importancia al atribuírsele diversas propiedades, como: actividad diurética, antiséptica, desinflamatoria intestinal, estimulante del páncreas, purificadora de la sangre, beneficiosa para el reuma y se la considera indicada como remineralizante para niños en periodo de crecimiento. (BONNASSIEUX, 1988).

2.3.- PRODUCTOS DERIVADOS DE LA PIÑA: ZUMOS Y NECTARES.

Dado el carácter estacional de la mayoría de las frutas y especialmente de la piña, y puesto que debe ser importada con el consiguiente riesgo de deterioro durante su transporte, la elaboración de zumos permite diversificar las formas de consumo, ya que en estado fresco tendrían una vida corta y se amplía así la oferta de productos en el mercado.

2.3.1.- ELABORACION DE ZUMOS Y NECTARES DE FRUTAS.

Es difícil abarcar en este capítulo la descripción de todas las técnicas de elaboración de zumos de frutas, si bien puede hacerse la siguiente clasificación general:

- Zumos filtrados claros: para su elaboración es necesario la degradación de la pectina (manzana).
- Zumos turbios: contienen determinada cantidad de sólidos insolubles; éste es el caso de los zumos de piña.
- Productos pulposos: obtenidos con fruta blanda (melocotón y albaricoque).
- Zumos cítricos.

No obstante, a partir de algunas frutas pueden eleborarse zumos claros o turbios, dependendiendo fundamentalmente del público al que vayan dirigidos; este es el caso de los zumos de piña, que en Estados Unidos se prefieren claros, mientras que en Europa tienen más aceptación los

zumos turbios.(CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; HOLDSWORTH, 1988; WOODROOF y LUH, 1986).

La calidad de un zumo de frutas depende de la calidad de las mismas utilizadas como materia prima, variando según: variedad botánica o mezcla de ellas, condiciones de cultivo, estados de maduración, métodos de recogida y transporte (las manipulaciones bruscas originan pardeamientos enzimáticos o la activación de enzimas pectolíticos). (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

Podemos tener una idea del zumo a obtener a través del contenido en sólidos solubles de la fruta, cantidad de zumo y compuestos aromáticos. En el caso del zumo de piña, tiene un aroma delicado y sabor dulce/agrio característico. (APV, s.a; BIELIG y WERNER, 1973).

Originariamente los zumos de piña provenían de los líquidos de lavado y extracción de las industrias de enlatado; actualmente siguen utilizándose estos líquidos, pero no son la base. Cuando la fruta completa se utiliza para la elaboración de zumo, el mecanismo de obtención de éste será más complejo.

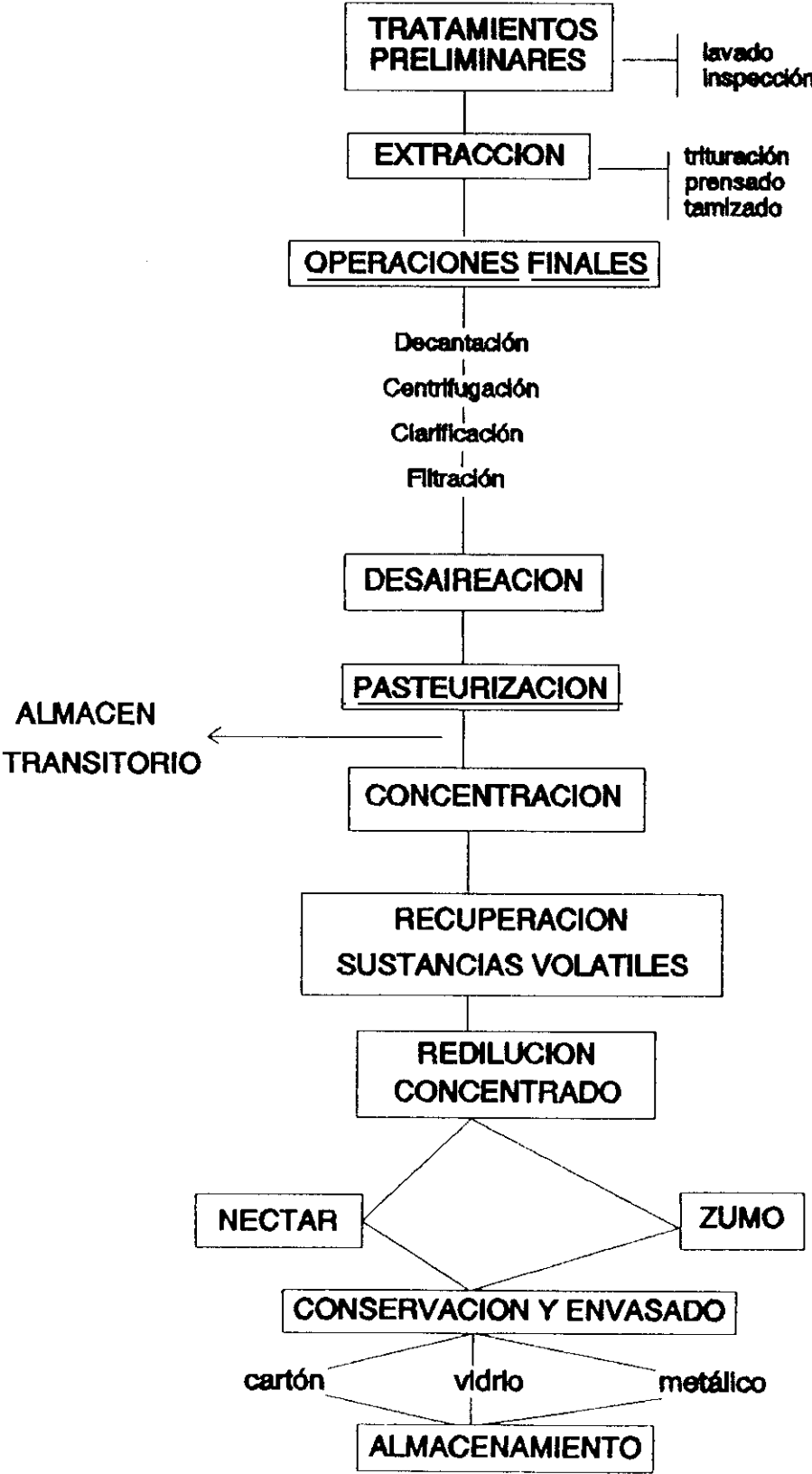
2.3.1.1. – Operaciones de fabricación.

En la fabricación de zumos de frutas se pueden definir unas operaciones básicas, que tendrán distintas variantes según la fruta original y el producto final que se desee.

Respecto a la piña hay diversidad de gustos, prefiriéndose en unos casos zumos claros y en otros los turbios; esto hace que la explicación de su obtención sea un tanto compleja.

Los procesos generales para la obtención de zumos y néctares de frutas, que a continuación se van a describir, se reflejan en el Esquema 1.

Esquema 1.- PROCESOS GENERALES DE OBTENCION DE ZUMOS.



2 . 3 . 1 . 1 . 1 . - T r a t a m i e n t o s p r e l i m i n a r e s .

La calidad del producto final viene condicionada en primer lugar por la materia prima, por lo que debe partirse siempre de fruta sana y madura.

Sería deseable que la fábrica estuviera lo más cerca posible de la plantación, ya que la frescura de la fruta es un factor importante para la calidad del producto final; de igual manera un transporte inadecuado ocasionaría una disminución de la calidad del zumo a extraer.

Deben examinarse los °Brix y el peso de la fruta, así como la ausencia de daños y contaminaciones.(APV, s.a.).

La fruta debe cepillarse y lavarse antes de la inspección, para poder rechazar las piezas dañadas y enmohecidas. Esta inspección es una operación manual donde las piezas que no cumplen determinadas características se rechazan.

Cada tipo de fruta requiere unos tratamientos particulares. (CALVAGRAC, 1989). En el caso de las piñas pasan a unas cintas donde, una vez eliminadas las hojas, se lavan con soluciones detergentes para eliminar la suciedad y restos de insecticidas y posteriormente se aclaran con agua. Puede realizarse una segunda inspección antes de pasar a la extracción.(CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; BIELIG y WERNER, 1973).

2.3.1.1.2.- Extracción del zumo.

La extracción del zumo es un proceso complejo, que puede realizarse por distintos métodos según la estructura de la fruta, su composición química y los caracteres que se desean conseguir para la bebida: transparencia, viscosidad, grado de astringencia.

Los compuestos presentes en la fruta que son convenientes para los zumos y por tanto deben protegerse de las alteraciones son:

- Sustancias aromáticas: Esteres, aldehidos, alcoholes.
- Azúcares.
- Pigmentos, especialmente carotenoides y flavonoides.
- Vitaminas: Hidrosolubles (vitamina C) y liposolubles (provitamina A).
- Pectinas: Para el caso de zumos turbios.

Se evita, por el contrario, extraer muchos taninos, compuestos fenólicos astringentes, glucósidos amargos, aceites esenciales agrios, celulosa. Así, al realizar la extracción del zumo se separan el zumo propiamente dicho, de las semillas, membranas y corteza.

Los rendimientos normales en zumos suelen estar comprendidos entre 40L/100Kg para los agrios y 75L/100Kg para las uvas; en las piñas los rendimientos suelen ser de 50 L/100 Kg. (APV, s.a; CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; SINGLETON, 1965). Un rendimiento elevado afecta a la calidad, por lo que se debe evitar el extraer zumo de porciones verdes, cortezas o piel.

2.3.1.1.2.1.- Trituración o molturación.

La fruta, una vez pelada, se pasa a través de un molino de tipo raspador, donde se desintegra; luego se realiza la molturación de la pulpa para obtener un amasijo fino, que posteriormente se calienta para obtener la pulperización. Las piñas se trituran una vez eliminada la corteza y el cilindro axial. (BIELIG y WERNER, 1973).

La temperatura de extracción depende de la fruta y del tipo de zumo que se pretende; las piñas se suelen elaborar en frío para no dañar su aroma, aunque HOLDSWORTH, en 1988, recomienda realizar un calentamiento "relámpago" a 95 °C para favorecer la extracción.

2.3.1.1.2.2.- Prensado.

Existen distintos aparatos de extracción según los distintos tipos de fruta y el producto que se desee obtener:

- Prensas hidráulicas.
- Prensas continuas de distinto tipo.

(CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; BIELIG y WERNER, 1973; BRENNAN y col., 1980).

La eficiencia de esta operación depende, una vez más de la textura, variedad, grado de madurez y frescura de la fruta de partida.

Se puede aumentar el rendimiento en zumo adicionando enzimas pectolíticos que disminuyan la viscosidad del zumo y acorten el tiempo de prensado; también se puede aumentar el rendimiento aumentando el tiempo de prensado. (BIELIG y WERNER, 1973).

2.3.1.1.2.3.- Tamizado.

Si el zumo bruto contiene excesiva pulpa en suspensión o partículas grandes es necesario realizar un tamizado adicional. Este es el caso de los zumos de piña, ya que su contenido en pulpa no debe sobrepasar cierto límite, como se comentará más tarde; esta operación debe realizarse evitando airear excesivamente el zumo, para evitar alteraciones.

Si los procesos de prensado y tamizado se realizan en caliente, se aumenta el rendimiento al mismo tiempo que se disminuye la carga microbiana e induce a la coagulación de sustancias proteicas especialmente indeseables.

En el caso de los cítricos, posteriormente a la extracción del zumo, se realiza una recuperación de los aceites esenciales de la corteza por raspado de ésta y arrastre con agua por distintos métodos. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

2.3.1.1.3.- Operaciones finales: decantación, centrifugado, clarificación y filtración .

Son operaciones que dan al producto sus características definitivas al eliminar los elementos indeseables y asegurar su estabilidad física.

Se consideran operaciones finales en cuanto a la obtención del zumo, pero como veremos más adelante, éste se somete posteriormente a otra serie de operaciones complementarias.

2.3.1.1.3.1.- Decantación .

La eliminación de la pulpa es un factor importante en la elaboración de zumos y concentrados, por lo que debe realizarse cuanto antes. El método más eficaz es un precalentamiento a 60 - 65º C, seguido de centrifugación. Para la elaboración de zumos claros es necesario usar filtros especiales (tierra de diatomeas, filtros de membrana).

2.3.1.1.3.2.- Centrifugación.

Se realiza una centrifugación a 3000 - 5000 G para eliminar materias en suspensión. Si se realiza a 3000 G supone una decantación acelerada, mientras que a 5000 completa la clarificación y sirve como etapa previa a la filtración. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

2.3.1.1.3.3.- Clarificación.

Es una operación opcional, dependiendo de que se pretenda obtener zumos turbios o clarificados.

Este proceso se realiza especialmente para zumos de manzana y uva, ya que se comercializan transparentes.

En los zumos opacos y néctares es necesario que el contenido en sustancias pécticas se mantenga; para ello hay que inactivar los enzimas de la fruta, fundamentalmente mediante tratamientos térmicos. Esta inactivación está favorecida por los niveles bajos de pH y altos de sacarosa presentes en los zumos. (AUNG y ROSS, 1965; CHAN y col., 1965; MARSAHALL y col., 1985).

Para obtener zumos filtrados claros se necesita la descomposición de la pectina, mediante procedimientos bioquímicos por adición de enzimas pécticos, seguida de una separación física (filtración o centrifugación).

En todos estos procesos influye la temperatura de reacción, de forma que al aumentar se acelera la reacción enzimática de degradación de la pectina y se facilitan las operaciones de prensado, lo que se traduce en un zumo de color intenso y buen cuerpo.

También puede utilizarse gelatina como coadyuvante de la clarificación en algunos tipos de zumos (manzanas).

Los zumos empleados para la producción de concentrados y su posterior reconstitución como zumos claros, no deben tener cantidad alguna de pectina, por ello hay que añadir mayor cantidad de enzima.

Si la degradación enzimática es insuficiente, el resultado es un concentrado turbio e incluso con pérdida de utilidad para la reconstitución, por haberse formado una jalea.

Cuando se desea obtener zumos claros, la clarificación se basa en facilitar la precipitación de partículas en suspensión; así :

- Para conseguir la agregación de proteínas se pueden aplicar los siguientes métodos:
 - Calentamiento y enfriamiento rápido.
 - Adición de polielectrolitos de carga negativa, como la bentonita.
- Para precipitar taninos se adiciona gelatina.
- Para degradar pectinas (en zumos claros) se adicionan mezclas pectinesterasa y poligalacturonasas (obtenidas de mohos); así es consigue disminuir la viscosidad.

(BIELIG y WERNER, 1973; CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; McLELLAN y col., 1985).

En el zumo de piña es necesario mantener la turbidez para mantener el sabor y como el contenido natural en pectinas es escaso, es necesario

inactivar las enzimas en las primeras fases del proceso. (HOLDSWORTH, 1988).

La separación de los sólidos en suspensión en la elaboración de zumo de piña se realiza mediante una clarificación centrífuga, que permite eliminar los sedimentos que podrían afectar desfavorablemente a la calidad del zumo. (BIELIG y WERNER, 1973; HOLDSWORTH, 1988; WOODROOF y LUH, 1986).

2.3.1.1.3.4.- Filtración.

Con esta operación se obtienen zumos brillantes (uva y manzana). La filtración se efectúa después de la clarificación.

Para realizarla existen distintos tipos de filtración:

- Filtración a presión, mediante bastidores filtrantes para la obtención de jugos opacos.
- Filtración a vacío.
- Filtración con placas, en la que el producto final presenta un aspecto brillante y claro. (CALVAGRAC, 1989).

De un modo general, los zumos traslúcidos poseen menos color, sabor y valor nutritivo que los zumos turbios, ya que los carotenoides, aceites esenciales y otros nutrientes, al estar unidos a partículas insolubles en suspensión, quedan adsorbidos por los coadyuvantes de filtración y clarificación vistos anteriormente. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

2.3.1.1.4.- Desaireación.

La aireación de los zumos ocasiona pérdidas de vitamina C y reacciones de oxidación; la desaireación reduce el riesgo de oxidación y por consiguiente los cambios indeseables de sabor y contenido en vitamina C. (APV, s.a).

La presencia de oxígeno en envases de hojalata acelera la corrosión y nuevas pérdidas de vitamina C, así como modificaciones de sabor y olor por otras alteraciones. (WOODROOF, 1986). Por tanto, la reducción de la proporción de aire dispersado y de oxígeno disuelto da como resultado un producto de mejor calidad.

La desaireación se realiza pasando el zumo, en capa fina o ducha, por un recipiente bajo vacío; se produce así una breve ebullición por la que se elimina el gas disuelto. También se puede hacer por burbujeo de nitrógeno.

Es necesario que el desaireador tenga incorporada una unidad de recuperación de aromas. (APV, s.a).

Existe el inconveniente de que cuanto más pulpa contenga un zumo, más difícil será la desaireación, y es muy importante que no vuelva a entrar aire al producto desaireado. Si se va a realizar la concentración del zumo en evaporador a vacío no es necesario desairear.

El zumo de piña tiene una tendencia natural a formar espuma, por ello la desaireación puede ser realizada a temperatura ambiente o en condiciones de vacío, con un condensador en su parte superior para la retención de aromas. CHEFTEL y CHEFTEL (1982) consideran que los zumos de piña no deben ser sometidos a desaireación, ya que se

originarian grandes pérdidas de su aroma.

2.3.1.1.5.- Pasteurización.

Los zumos de frutas se calientan inmediatamente tras su obtención, con el fin de destruir los enzimas que contienen, que podrían alterar el color y/o causar la clarificación del zumo (cuando se pretende obtener zumos turbios), y otras alteraciones. Además, mediante la pasteurización se pretende eliminar los microorganismos que pudieran producir una fermentación indeseable (levaduras y mohos).

En el caso de los zumos turbios se inactivan también los enzimas naturales que podrían producir una perturbación de la turbidez necesaria. Lo mejor es un tratamiento suave y corto. La mayoría de los pasteurizadores van equipados de sistemas de calentamiento / enfriamiento. (EAGERMAN y ROUSE, 1976; GRAUMLICH y col., 1986; MADRID VICENTE, 1976; SIZER y col., 1988, WOODROOF y LUH, 1986).

La severidad de este tratamiento depende de factores intrínsecos al zumo de que se trate, tales como pH, acidez; así, los zumos de alto pH (menos ácidos) requieren tratamientos térmicos más intensos. El método de pasteurización más empleado es la pasteurización rápida a altas temperaturas, que evita los cambios indeseables en el aroma.

Los autores consultados coinciden en establecer las condiciones ideales de pasteurización de zumo de piña a 90 - 95 °C durante 30 seg. (APV, s.a; HOLDSWORTH, 1988; WOODROOF y LUH, 1986).

2.3.1.1.6. - Almacenamiento transitorio.

El almacenamiento transitorio constituye el método de mantener el zumo a granel desde su obtención hasta el momento de su preparación definitiva a medida de las exigencias del mercado.

Normalmente los zumos de piña no se almacenan a granel antes de su acondicionamiento definitivo.

Para evitar alteraciones durante el almacenamiento transitorio se aplican los siguientes sistemas:

- Adición de anhídrido sulfuroso.
- Adición de benzoato sódico o sorbato potásico. (Cuando la legislación lo permita).
- Pasteurización seguida de refrigeración a temperaturas de 0 a 2 °C.
- Pasteurización y enfriamiento en cubas esterilizadas (Es el mejor).
- Conservación bajo presión de gas carbónico (Es difícil de eliminar y suelen quedar burbujas). (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

La adicción de anhídrido sulfuroso para preservar los zumos y concentrados de frutas es más común en países de clima cálido y en aquellos donde no hay facilidades para el almacenamiento mediante congelación. (WOODROOFy LUH, 1986). La tendencia actual es ir sustituyendo la adición de agentes conservadores por el uso del calor (tratamiento físico) para preservar los alimentos.

2.3.1.1.7.- Concentración.

La concentración de zumos de frutas, para su posterior utilización como semielaborado en la fabricación de zumos, néctares y otros derivados, es de gran importancia, ya que la estacionalidad de la producción agrícola y el carácter perecedero de las frutas ocasiona graves problemas en el suministro a las industrias productoras de zumos y derivados; por otro lado, la uniformidad en el producto terminado no se puede conseguir en la producción agraria; estas razones, junto a las de índole económico, facilidad de transporte y almacenamiento, entre otras, son las que determinan que prácticamente la totalidad de los derivados de frutas presentes en el mercado (zumos y néctares, concretamente) se elaboren a partir de concentrados de frutas. (HOLDSWORTH, 1988, LaFUENTE, 1984).

Otra ventaja importante es que al reducir el contenido acuoso (aumentar los °Brix aproximadamente entre 50 y 60) se mejora la estabilidad microbiológica.

Los métodos posibles de concentración son:

- Concentración por congelación: El principal inconveniente de este método es su elevado coste.
- Evaporación: Es la forma más frecuente de concentración; puede realizarse a baja o a alta temperatura durante corto tiempo.
- Osmosis inversa: Se realiza provocando el paso de moléculas de agua a través de una membrana semipermeable de acetato de celulosa, quedando retenidas las otras moléculas (proteínas, azúcares).

La ósmosis es una técnica de elevado coste y escasa aplicación general en la industria, si bien suele ser aplicada como etapa previa a la

concentración (reducción de 5 °Brix), etapa en la que se producen las mayores pérdidas de sustancias aromáticas. (WOODROOF y LUH, 1986).

La concentración se realiza generalmente por evaporación; con este método se producen cambios en los constituyentes del zumo, debidos a la dificultad de eliminar selectivamente el agua sin pérdida de compuestos volátiles aromáticos y por las posibles alteraciones térmicas al calentar el zumo a ebullición; por ello, la evaporación (de un 80 % del agua del zumo) se realiza generalmente en condiciones de vacío; así, rebajándose la temperatura de ebullición se limitan las reacciones de alteración de los productos termolábiles. La evaporación a bajas temperaturas no provoca prácticamente pardeamiento no enzimático y no afecta a la degradación de los compuestos termolábiles (sustancias aromáticas, vitaminas).

También existen evaporadores dotados de una unidad de recuperación de aromas que le son incorporados posteriormente al concentrado.

El zumo debe haber sido pasteurizado antes de su concentración, como ya indicamos anteriormente, ya que las bajas temperaturas de ebullición (en evaporación a vacío) favorecen el desarrollo de microorganismos y la acción de las pectinesterasas. El evaporador, por su parte, debe ser prácticamente estéril.

Si se emplea la técnica de evaporación - esterilización HTST (altas temperaturas durante poco tiempo) el concentrado, antes de ser envasado o almacenado, debe ser enfriado a 10 - 15° C, mediante intercambiadores de placas, para evitar alteraciones térmicas.

(BIELIG y WERNER, 1973; CALVAGRAC, 1989; CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

Si el concentrado va a ser envasado asépticamente es necesario que se realice además de la pasteurización del zumo, previa al envasado, una esterilización de los envases.

La conservación y transporte de los concentrados suele realizarse, en general, en depósitos o tambores de acero de 200 L; los tambores son más útiles para el transporte, y atendiendo al grado de concentración se pueden establecer distintas condiciones de almacenamiento:

- Los concentrados de más de 68° Brix suelen almacenarse a 5 - 10° C.
- Los concentrados con menos de 68° Brix se almacenan:
 - * En tambores de acero de 200 L, a - 18° C.
 - * Enlatados en caliente a 25 - 30° C y enfriados posteriormente.
 - * Mediante conservación química: con ácidos sórbico y benzoico, cuando la legislación lo permita y en refrigeración.

El transporte de los concentrados suele realizarse por:

- Tren, cajas de 200 Kg o bolsas de 3-4 Kg.
- Transporte marítimo, congelados (- 23° C).
- Camiones cisternas isoterms (- 10° C).

(CALVAGRAC, 1989).

De todos los métodos de conservación de concentrados, la congelación puede considerarse el mejor, ya que evita la pérdida de aromas delicados y del color característico de cada producto. (SIZER y col., 1988; WOODROOF y LUH, 1986).

El zumo fresco de piña contiene aproximadamente 12 °Brix; según el uso que se pretenda dar al concentrado podemos diferenciar entre:

- Concentrado de 60 - 65 °Brix: Para uso industrial, como base para la obtención de otros productos.
- Concentrado de 45 °Brix: Venta directa al consumidor para su dilución.

El concentrado de piña puede utilizarse como base para la elaboración

de zumos y néctares mediante reconstitución, o bien para la elaboración de otros productos diversos, mediante mezclas con los zumos de otras frutas. (WOODROOF y LUH, 1986).

Las características comerciales del concentrado de piña son:

- Alto nivel de pulpa: 50 - 60º Brix.
- Bajo nivel de pulpa: 72º Brix. (APV, s.a; BIELIG y WERNER, 1973).

2.3.1.1.8.- Recuperación de sustancias volátiles de los zumos.

Durante el proceso de concentración, la mayoría de los compuestos volátiles son eliminados con el vapor de agua generado; estas esencias deben ser recuperadas y adicionadas nuevamente al producto final.

En el caso de las piñas se produce aproximadamente una pérdida de un 20 - 30% de los compuestos aromáticos, durante los procesos de elaboración y concentración del zumo. (WOODROOF y LUH, 1986).

La recuperación de estos compuestos se realiza mediante una serie de destilaciones en columna y se aplica generalmente en la elaboración de zumos de frutas procedentes de frutos cítricos, manzanas y piñas.

Habitualmente son sistemas incorporados al evaporador, que mediante una serie de destilaciones en columnas de fraccionamiento, desdoblan los vapores en un concentrado de aroma y en un licor de aroma estabilizado.

Los aceites esenciales y los concentrados de sustancias aromáticas deben conservarse a bajas temperaturas y se aconseja no incorporarlos al concentrado de zumo hasta poco antes de su utilización. (BIELIG y

WERNER, 1973; CALVAGRAC, 1989; CHEFTEL y CHEFTEL, 1982) .

2.3.1.1.9. - Redilución del concentrado.

Se puede realizar por adición de parte de zumo fresco además de agua; de esta manera el producto final siempre tiene un cierto porcentaje de constituyentes aromáticos y volátiles del zumo fresco. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

Los zumos obtenidos a partir de concentrado y reconstituidos con agua reciben el nombre de " zumos a base de concentrado ".

Para la elaboración de los néctares, además de la reconstitución con agua se permite la adición de azúcares. (CALVAGRAC, 1989; REAL DECRETO 1650/1991).

2.3.1.1.10. - Conservación y envasado.

El producto terminado puede ser conservado por diversos métodos, si bien los más habituales son aquellos asociados al envasado; así podemos diferenciar en líneas generales entre:

- Envasado en caliente, que se aplica a envases de lata y vidrio, a los que se les realiza una esterilización química y/o térmica.
- Envasado aséptico en envases de cartón.

Para asegurar la estabilidad microbiológica del producto se pueden adicionar agentes antisépticos como:

- Anhídrido sulfuroso.
- Ácidos sórbico y benzoico y sus sales sódicas y potásicas, lo que ya fue comentado al referirnos al almacenamiento transitorio.

Hay países donde estas prácticas no están permitidas; en los casos y a las dosis permitidas son eficaces frente a levaduras y mohos pero poco efectivas frente a bacterias lácticas. En España, la Legislación Alimentaria establece las cantidades máximas admisibles de estos compuestos en el producto final. (RESOLUCION de 21 de abril de 1983).

La pasteurización asociada al envasado es el método más utilizado, ya que destruye los microorganismos e inactiva los enzimas. Los zumos y néctares de frutas tienen un pH menor de 4.0 ; los gérmenes presentes en estas condiciones son de baja termorresistencia y así la pasteurización es más efectiva. En cualquier caso el tratamiento al que se somete el zumo en esta etapa debe ser lo más suave posible .

Los métodos de pasteurización o esterilización más utilizados son:

- Tras el acondicionamiento, el zumo se introduce en los recipientes (vidrio o lata); una vez cerrados se calientan en un baño o bajo duchas de agua y posteriormente se enfrían. En el caso de envases de vidrio el proceso se realiza más lentamente que con las latas, para evitar el choque térmico.

- Llenado en caliente y autopasteurización: es una pasteurización relámpago, con cierre rápido de los recipientes y enfriamiento rápido. El producto se calienta e introduce caliente en los recipientes, una vez cerrado el envase es necesario enfriar tanto continente como contenido. De esta manera se consigue la pasteurización del producto y se evitan

contaminaciones microbiológicas en el curso del llenado y esterilización del envase.

- Pasteurización relámpago seguida de llenado aséptico. Es el método utilizado en el envasado en cartón.

- Sistema HTST (altas temperaturas corto tiempo) consiste en cuatro operaciones realizadas simultáneamente:

- * Esterilización del producto mediante calentamiento rápido a 75 - 120 °C durante 30 - 60 seg y posterior enfriamiento.
- * Esterilización de la instalación quedando cubierta de una capa de vapor a alta temperatura.
- * Enfriamiento del producto y llenado aséptico en el envase estéril.
- * Sellado aséptico de los envases con cubiertas estériles.

(MADRID y col., 1990; WOODROOF y LUH, 1986).

El uso de productos químicos, como agua oxigenada, en sustitución del vapor caliente para la preesterilización de los envases es muy útil en el sistema de envasado aséptico en cartón. (APV, s.a; CHEFTEL y CHEFTEL, 1977; WOODROOF y LUH, 1986).

Si bien el vidrio es considerado como el envase ideal, cada vez está siendo más desplazado por el cartón, por diversas razones: Menor peso, mayor facilidad de almacenamiento y transporte, no se producen alteraciones por la luz, etc. Los envases metálicos tienen poca aplicación, quedando restringido su uso, en algunas casas comerciales, al envasado de néctares en latas pequeñas .

Los envases de cartón surgieron con el fin de preservar la bebida de la luz y oxidaciones, de manera que conservara su sabor y valor nutritivo iniciales. En un principio se utilizó para leche, pero pronto empezó a

emplearse para envasar zumos de frutas.

Otra de las ventajas que presenta el envasado en cartón es la posibilidad de la formación de los envases y su llenado simultáneo en un proceso continuo: Se parte del cartón enrollado, que se va transformando paulatinamente en un tubo, llenándose con el líquido en cuestión; previamente se realiza una esterilización química del envase, con agua oxigenada, para que todo el sistema sea aséptico (como ya se indicó anteriormente); más tarde el tubo se cierra lateralmente, por arriba y por abajo. Después, se cortan y moldean los envases que ya salen de la máquina listos para su encartonado, paletización y almacenamiento. (MADRID y col., 1990).

El envase de cartón está formado por las siguientes capas:

- Polietileno.
- Papel con la decoración: Proporciona rigidez.
- Polietileno.
- Aluminio: Barrera contra el O₂ y la luz.
- Polietileno (2 capas).(APV, s.a; MADRID y col., 1990).

Independientemente del sistema de envasado elegido (vidrio, enlatado, cartón) la higiene y asepsia son cualidades fundamentales que debe reunir todo sistema de elaboración y envasado de zumos, néctares o concentrados de frutas.

2.3.1.1.11. Almacenamiento.

Si una vez fabricado el zumo se almacena en condiciones adversas ninguna de las operaciones descritas anteriormente servirán. El zumo sometido a condiciones de luz y temperatura desfavorables (más de 20 - 25 °C) presenta pérdidas de calidad durante su almacenamiento.

2.3.2.- POSIBLES ALTERACIONES DE ZUMOS, NECTARES Y CONCENTRADOS DE FRUTAS.

Como ya se ha indicado en capítulos anteriores la utilización de una materia prima de baja calidad así como la mala aplicación de cualquiera de las fases de elaboración de los zumos, néctares y concentrados de frutas, y su posterior almacenamiento, pueden ser fuente de importantes alteraciones del producto final, disminuyendo su calidad o incluso haciendo que sea inaceptable para el consumidor.

Las alteraciones más importantes son:

- Cambios en los caracteres organolépticos.
- Alteraciones del valor nutritivo.

2.3.2.1.- Cambios en los caracteres organolépticos.

En el caso de los zumos de frutas, el interés por conocer la influencia de la materia prima, procesos de elaboración y condiciones de almacenamiento en los caracteres organolépticos del producto final, ha dado lugar a la utilización de distintos tipos de pruebas sensoriales.

Si bien ningún procedimiento proporciona la solución total a los problemas de análisis sensorial, cada procedimiento presenta " un mapa específico" de los estímulos, permitiendo al investigador llegar a sus propias conclusiones, especialmente cuando se intenta evaluar por este método la aparición de olores desagradables. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982;

TATUM y col., 1975; VELEZ y col., 1990).

Los cambios en los caracteres organolépticos más frecuentes en zumos y néctares de frutas son los siguientes:

- Textura: Insolubilización.
- Olor y sabor: A cocido.
- Color: Oscurecimiento, decoloración. (GONZALEZ, 1988).

El color es una de las características más significativas de los derivados de frutas ya que es lo primero que perciben los consumidores; está fuertemente ligado a la maduración, presencia de impurezas, tratamiento tecnológico, almacenamiento, presencia de microorganismos etc. (CHEFTEL y CHEFTEL, 1982; WOODROOF y LUH, 1986).

Para obtener un derivado con un color aceptable es necesario partir de frutas con una pigmentación óptima y evitar la degradación de pigmentos durante la recolección , elaboración y almacenamiento del producto.

Los pigmentos mayoritarios de las frutas son: clorofilas , carotenos (liposolubles) y antocianos (solubles en agua). La aplicación de calor a las frutas causa la transformación de clorofilas en feofitinas, carotenoides en epóxidos y la degradación de los antocianos.(WOODROOF y LUH, 1986).

2.3.2.2.- Alteraciones en el valor nutritivo.

Los mecanismos implicados en las variaciones nutritivas de zumos y concentrados de frutas pueden afectar además a los caracteres organolépticos, y son:

- Degradaciones físico - químicas: Pardeamientos, oxidación del ácido ascórbico, degradación de nutrientes.
- Alteraciones biológicas; debidas a la acción de microorganismos. (GONZALEZ y col., 1988; TOLEDO, 1986).

Las bacterias son una de las principales causas de alteración de los zumos de frutas, especialmente las bacterias ácido-resistentes: Lácticas, acéticas y butíricas; el mayor peligro lo presentan las formas esporuladas de los géneros *Bacillus* y *Clostridium* ya que son termorresistentes.

Se ha visto que la acidez es un factor inhibitorio del crecimiento microbiano mayor que las concentraciones elevadas de azúcares, así como que el calentamiento de los zumos a 90 °C 30 segundos destruye la mayoría de las bacterias, excepto las especies termorresistentes.

Se puede aumentar la efectividad del tratamiento térmico con aditivos: Sorbato potásico, benzoato sódico, anhídrido sulfuroso, en los casos en que la legislación lo permita.

La utilización de SO₂ como método químico de conservación, no debe ser abusiva y debe ser eliminado, en su mayoría, antes del envasado del concentrado en tambores metálicos, ya que podría formar SH₂, originando un precipitado negro; igual ocurriría en el caso de néctares envasados en latas pequeñas.

El mejor método de desulfitación es la aplicación de etapas sucesivas de corto calentamiento a altas temperaturas. (BENEDITO y col., 1974; GRAUMLICH y col., 1986; KING y BOLIN, 1989; LI y col., 1989; LLUNCH y FLORS, 1979; RONK y col., 1989; WOODROOF y LUH, 1986).

Respecto a las degradaciones químicas, el zumo, durante su elaboración,

ha sufrido un proceso de despectinización (eliminación de pectinas mediante la adición de enzimas), una clarificación y finalmente una concentración; estas tres etapas se ven favorecidas por un aumento de temperatura, pero también pueden producirse efectos no deseables en el producto final, tales como pérdida de componentes volátiles, destrucción de la vitamina C y aminoácidos, hidrólisis de hidratos de carbono, aparición de olores y sabores indeseables y reacciones de pardeamiento, siendo éste último el problema más importante que presentan muchos concentrados de frutas, ya que implica la aparición de aromas indeseables, pérdida de nutrientes y formación de pigmentos pardos. (GONZALEZ y col., 1988; MEYDAV y col., 1977; TORIBIO y LOZANO, 1984).

Los mecanismos de pardeamiento ocurridos en zumos , néctares y concentrados de frutas pueden ser los siguientes:

- Pardeamiento enzimático: Consiste en una serie de reacciones de hidroxilación - oxidación. Los sustratos son fundamentalmente compuestos fenólicos dando como resultado la formación de pigmentos coloreados pardos.

Esta reacción está catalizada por la polifenol oxidasa (PPO) que cataliza la oxidación de compuestos fenólicos a o-quinonas, que se polimerizan formando pigmentos coloreados pardos.

Este tipo de pardeamiento se previene generalmente mediante el escaldado de la fruta y la adición de ácido ascórbico, entre otros.

En el caso de los zumos de frutas los pardeamientos enzimáticos se evitan al haber desnaturalizado los enzimas naturales en la etapa de concentración por evaporación. (GONZALEZ y col., 1988, ; IBARZ y col., 1989; WOODROOF y LUH, 1986).

- Pardeamiento no enzimático: causado por distintas reacciones, especialmente de tres tipos:

a) Reacción de Maillard; provoca el oscurecimiento de los concentrados de frutas. La reacción tiene lugar entre los grupos carbonilo de los azúcares reductores presentes en el zumo (especialmente pentosas) y los grupos aminos libres, provocando una disminución de la disponibilidad de los aminoácidos y obteniéndose compuestos poliméricos oscuros (melanoidinas). (ASHOOR y ZENT, 1984; DAUBERTE y col., 1990; BRAVERMAN, 1980).

Esta reacción se ve favorecida por la presencia de ácidos, compuestos amino y altas temperaturas como las alcanzadas en los procesos de concentración de los zumos de frutas. (GOMEZ PIÑOL y TORRE BORONAT, 1990; TORIBIO y col., 1984).

b) Reacción de caramelización; cuando los compuestos polihidroxilados se calientan a altas temperaturas, sin participación de aminoácidos ni cualquier otro compuesto con grupos amino.

c) Reacción de oxidación, especialmente del ácido ascórbico y polifenos.

El ácido ascórbico es un agente reductor (antioxidante) que tiene efecto inhibitor del pardeamiento en algunas frutas, de manera que, si es destruido, el pardeamiento se ve favorecido. (GONZALEZ y col., 1988; IBARZ y col., 1989; KING y BOLIN., 1989; WOLFROM y col., 1974).

El ácido ascórbico presente en el zumo puede degradarse por dos vías:

- Aeróbica; por el oxígeno presente en el zumo o por descomposición de H_2O_2 .

- Anaeróbica; dependiendo de la temperatura. (SIZER y col., 1988).

Como compuestos inhibidores del pardeamiento podemos citar: Acido ascórbico, SO_2 , sulfitos, otros antioxidantes, agentes quelantes, sales (Cl^- y Br^-), enzimas e inhibidores enzimáticos, ácido cítrico; como favorecedores del pardeamiento encontramos, L-arginina y el ácido 4-aminobutírico. (SMITH y CLINE., 1984).

Estudiando la influencia de la temperatura de evaporación en la reacción de pardeamiento no enzimático, se ha visto que para zumos de igual contenido en O Brix la reacción aumenta al aumentar la temperatura y que para igualdad de temperatura el pardeamiento aumenta al aumentar los O Brix del producto; la reacción también está influida por la actividad de agua, y al aumentar ésta aumenta el pardeamiento.

Iguales consideraciones se han realizado respecto a la temperatura de almacenamiento, obteniéndose los mismos resultados: Al aumentar la temperatura se favorecen las reacciones de pardeamiento. (GUZMAN y col., 1986; IBARZ y col., 1990).

En la fase de reconstitución del concentrado mediante la adición de agua, la calidad de ésta debe ser vigilada, pues de lo contrario sería una fuente de alteraciones, ya que los metales que contenga pueden catalizar la degradación del ácido ascórbico, así como una elevada alcalinidad neutralizaría la acidez del zumo ocasionando la alteración de sus caracteres organolépticos. (SIZER y col., 1988).

Además de las causas anteriormente mencionadas, las condiciones y tiempo de almacenamiento pueden ser motivo de importantes alteraciones en los zumos, néctares y concentrados de frutas. Si bien no existe mucha información al respecto, en general se recomienda disminuir la temperatura de almacenamiento, reducir el contenido en O_2 durante el envasado, uso del mínimo espacio de cabeza, usar materiales

impermeables al O_2 para evitar la degradación del ácido ascórbico y otras alteraciones post-elaboración del producto y mantener sus características organolépticas. (TOLEDO, 1986; SIZER y col., 1988).

En el caso de los néctares y concentrados envasados en latas o contenedores metálicos, la temperatura de almacenamiento y el tipo de envase metálico utilizado pueden afectar a la estabilidad del producto, ceder metales, producir o acelerar la degradación del ácido ascórbico e hidrólisis ácida de la sacarosa, pudiendo ocasionar reacciones de pardeamiento. (BREKKE y col., 1976).

En cualquier caso un almacenamiento inadecuado o prolongado puede ser causa de alteraciones en la composición química del producto como:

- Producción de CO_2 .
- Degradación del ácido ascórbico.
- Aumento del contenido en azúcares reductores por inversión de la sacarosa.
- Disminución del contenido en aminoácidos libres.
- Aumento del contenido en furfurool e hidroximetilfurfurool como productos de degradación.
- Disminución del contenido en ácidos orgánicos.
- Aumento de la presencia de compuestos fenólicos.

(BABSKY y col., 1986; HUXOLL y col., 1989; IBARZ y col., 1989; KANNER y col., 1982; LUNDAHL y col., 1989; MOSHONAS y SAHW, 1989; POEILANGSTON y WROLSTAND, 1981; VENTURA y col., 1990).

2.3.3.- EVALUACION DE LA CALIDAD DE ZUMOS, NECTARES Y CONCENTRADOS DE FRUTAS.

Podemos definir la calidad como el conjunto de características que diferencian a las distintas unidades de un producto y que tienen importancia por determinar su aceptabilidad; incluye tanto la calidad interna como la calidad externa apreciables por los sentidos, que junto a otras características, como valor nutritivo, determinan la aceptabilidad del producto.

Actualmente se tiende a que los productos elaborados tengan calidad similar (características similares) al producto fresco. (SHEWFELT, 1990).

El consumo de zumos de frutas viene experimentando durante los últimos años un aumento notable como ya se ha indicado en capítulos anteriores.

Algunos autores (ROMOJARO y col., 1974; ROYO IRANZO, 1974) consideran que existe un predominio de la oferta sobre la demanda, lo que ha conducido, en muchos casos, a que se lleguen a cotizar a unos precios tan bajos, que resulta difícil la fabricación de dichos productos sobre la base del precio de la fruta y los costes de fabricación; por ello algunos de éstos son productos de baja calidad o adulterados con sustancias no procedentes de la fruta.

Debido a la escasa producción de piña en España como materia prima para la obtención de zumos y néctares, los derivados de esta fruta que se comercializan en nuestros mercados, se elaboran a partir de concentrado de piña reconstituido; éste a su vez es importado, por lo

que la selección y control del concentrado apropiado tienen gran importancia.

Los concentrados que se importan en España se transportan de dos formas: Congelado o envasado aséptico; este último aunque tiene muchas ventajas, ha sido sometido a un tratamiento térmico que puede alterar fácilmente el producto, fundamentalmente por reacciones de pardeamiento. (SANMARTIN y col., 1989; SIZER y col., 1988).

La actual sociedad de consumo induce una gran competencia industrial, que puede conducir a la fabricación de zumos cuya composición no se ajuste a su composición real y aunque pretenden mantener sus cualidades organolépticas reducen considerablemente su calidad nutritiva.

Si bien la definición de tipos de productos elaborados queda perfectamente definida en las variadas Normas de Calidad existentes en los distintos países, su aplicación en lo referente a la detección de fraudes o adulteraciones no es suficiente para un control efectivo de la composición natural exigida. (ROMOJARRO y col., 1974).

Las adulteraciones más frecuentes en zumos, néctares y concentrados de frutas son:

- Adición de sustancias que, hallándose presentes en los zumos, no procedan de las frutas correspondientes.
- Adición de sustancia extrañas a los zumos (colorantes, enturbiadores artificiales, emulgentes, ácido tartárico, etc.)
- Adición de zumos de otras especies de frutas distintas a las declaradas o de extractos de otras partes del fruto distintas del zumo.

Existen distintos tipos de análisis a aplicar según la adulteración que se sospeche, como son:

- Determinaciones cuantitativas de los componentes habituales.
- Métodos cualitativos indicativos de presencia de sustancias extrañas.
- Procedimientos destinados a descubrir la presencia de los zumos o partes del fruto distintos a los declarados. (ROYO IRANZO, 1974).

Por otra parte, los diferentes métodos posibles aplicables a la determinación de la calidad son:

- Equipos de degustación.
- Medidas físicas: Color, reología (viscosidad).
- Medidas físico-químicas.
- Análisis del valor nutritivo.
- Ensayos microbiológicos.
- Experimentación sobre animales.

Los métodos de control de pureza están basados generalmente en la comparación de muestras desconocidas con resultados conocidos de productos puros. (ARISTOY y col., 1989; CHEFTEL y CHEFTEL, 1982).

Los distintos autores consultados, (ARISTOY y col., 1989; CORNWELL y WROLSTAD, 1981; HERLE, 1982; JOHNSON y col., 1988; LIFSHITZ y col., 1974; MORENO y col., 1974; RICHARD y col., 1984; ROYO IRANZO, 1974; VELDHUIS, 1974; VENTURA y col., 1990; WILDMAN y LUH, 1981), establecen una serie de parámetros cuya presencia, ausencia o cantidad presente en el producto a evaluar dan idea de su calidad, aunque hay que destacar que la mayoría se refieren a zumos cítricos.

Respecto a las propiedades organolépticas, los distintos investigadores seleccionan el color, viscosidad, contenido en pulpa y relación acidez / azúcar como parámetros indicativos de la calidad del producto.

El color deriva de los pigmentos contenidos en la fruta y se altera fundamentalmente debido a los procesos de pardeamiento, como ya

dijimos en capítulos anteriores. El color final debe ser brillante y característico del producto. (LUNDAHL y col., 1989; SMITH y CLINE, 1984; SHEWFELT, 1990).

El contenido en pulpa suspendida es una medida muy útil, ya que cada zumo debe tener la cantidad apropiada de turbidez.

Un zumo claro, sin aroma, es inaceptable. Las semillas, membranas y escamas de la piña dan generalmente amargor o sabores desagradables por lo que su presencia está limitada. (VELDHUIS, 1974).

Dentro de los parámetros que representan las características organolépticas, los °Brix y la acidez tienen especial importancia; los °Brix pueden dar idea del contenido de azúcares de la fruta de partida pudiendo ser un parámetro clasificatorio.

Como mejor se puede estimar el sabor de los zumos es a partir de la relación entre los °Brix y la acidez (índice de madurez). (PEARSON, 1986).

En la industria de elaboración de zumos es frecuente encontrar esta relación definida con el término "ratio" , siendo éste característico de cada marca comercial.

Aunque estos parámetros tienen importancia a la hora de determinar la calidad de la fruta de partida, no la tienen tanto en el producto elaborado, ya que son parámetros fácilmente alterables por adición de azúcares, acidulantes etc, luego no permiten ser usados como índices en el control de calidad de productos elaborados. (ROYO IRANZO, 1974; SANMARTIN y col., 1989; WILDMAN y LUH, 1981).

Entre las medidas físicas indicadoras de calidad, además del color, anteriormente mencionado, tiene gran importancia la medida de la

viscosidad (reología) del producto final y en sus distintas fases de elaboración.

La viscosidad o consistencia de los zumos y concentrados de frutas es una característica física importante, ya que influye en el desarrollo del proceso de elaboración y en la aceptación del producto por el consumidor. Si bien no depende exclusivamente del contenido en sustancias pécticas, éstas constituyen un factor importante, junto a los Brix , acidez, pH, densidad y partículas insolubles.

Las pectinas son polímeros lineales del ácido galacturónico, con parte de los grupos carboxílicos esterificados por grupos metilos y con grupos -OH en proporción fija. La solución de pectina en agua es un coloide hidrófilo electronegativo, estable en función de su carga regulada por el pH del medio. (GARCIA y BRON ARIAS, 1980; ROS y col., 1992).

El efecto del calor durante los procesos de elaboración de zumos de frutas, en la inactivación de enzimas pécticos, no se debe a una reacción directa sobre el verdadero agente hidrolizante, la poligalacturonasa, que es bastante termoestable, sino a la destrucción térmica de la pectinesterasa, sin cuya acción previa, transformando las pectinas de la fruta en ácidos pécticos o pectínicos, el otro enzima carece de sustrato adecuado.

Así, la viscosidad de los zumos de frutas está influenciada también por el proceso de elaboración: Por la homogeneización, ya que implica una variación en la forma y tamaño de las partículas sólidas y por la despectinización y eliminación de partículas sólidas; los zumos clarificados tienen distinto comportamiento reológico que los zumos sin clarificar. (COSTELL y DURAN, 1982; GARCIA y BURON, 1980; IBARZ y AGUADO, 1988; IBARZ y CASERO, 1987; IBARZ y col., 1988; KWOK y col., 1974; SCHWARTZ y COSTELL, 1989).

Por ello podemos considerar a las pectinas como un posible indicador de calidad de los zumos, néctares y concentrados de frutas, ya que su contenido puede afectar a la viscosidad dependiendo de la madurez de la fruta original y la intensidad del tratamiento térmico durante el proceso de elaboración. (WILDMAN y LUH, 1981).

Otro parámetro relacionado con los anteriormente mencionados es la densidad, ya que depende de la concentración (°Brix), la temperatura a la que ha sido sometido el zumo en el proceso de concentración y las condiciones de redilución posterior. (AGUADO e IBARZ, 1988). Está relacionada con otros parámetros como el índice de refracción, que puede dar idea de la cantidad de materia seca que presenta el producto.

Dentro del grupo de parámetros que reflejan la calidad del producto, en cuanto a composición química y valor nutritivo, podemos considerar en primer lugar la vitamina C, que es un parámetro muy variable en la fruta fresca, es fácilmente oxidable durante las manipulaciones industriales y en el proceso de conservación, y además puede ser adicionado al producto final. (NAVARRO, 1980; ROYO IRANZO, 1974).

El contenido total de azúcares, al igual que en el caso anterior, puede variar durante el proceso de elaboración y almacenamiento, produciéndose la conversión de la sacarosa en fructosa y glucosa; así la determinación fraccionada de los distintos azúcares presentes en el producto final, es útil como indicador de calidad porque permite detectar la presencia de azúcares extraños a la fruta de partida, o impurezas que acompañen a los azúcares que han sido adicionados, como podría ser la glucosa obtenida por hidrólisis de almidón, que puede ir acompañada de maltosa. (ROYO IRANZO, 1974; WILDMAN y LUH, 1981).

Los ácidos orgánicos presentes en el producto elaborado deben ser los procedentes de la fruta original; su determinación cuali y cuantitativa es también un indicativo de la calidad del producto y de su estabilidad.

a la vez que permite detectar posibles adulteraciones, ya que la adición de un ácido obtenido por síntesis podría inducir otros que le acompañen como impurezas, o también se puede dar el caso de la presencia de ácidos característicos de otras frutas. (ANTOLIN y LUGAR, 1984; BOLAND y col., 1988).

El contenido mineral de los zumos, néctares y concentrados de frutas tiene gran importancia; por ello se recomienda la determinación del contenido en Na, K, Ca y Mg por ser característicos de las frutas, del Fe y Mn por estar en baja proporción en el agua de reconstitución del concentrado y del P por ser característico de la fruta o estar presente por adición de ácido fosfórico como acidulante. (GARCIA CASTRO y col., 1990; NAVARRO, 1980).

El contenido proteico de los zumos y derivados de frutas es muy bajo, pero la presencia de determinados aminoácidos puede ser un buen indicativo de calidad de producto elaborado, ya que son fácilmente adulterables por adición de aminoácidos más baratos, de síntesis, que contienen impurezas; por otra parte, una disminución en el contenido de aminoácidos puede indicar alteraciones por reacción de Maillard. Una medida útil del contenido de aminoácidos es el índice de formol; si éste es igual a cero indica que el producto es artificial, no contiene fruta natural. Si algún aminoácido ha sido adicionado para compensar el índice de formol el análisis cromatográfico lo detectará. (GARCIA CASTRO y col., 1990; MATSUMOTO y OBARA, 1974; ROYO IRANZO, 1974).

Otros parámetros indicativos de alteraciones o adulteraciones en zumos, néctares y concentrados de frutas, no relativos a su valor nutritivo son el SO_2 y el furfural.

El anhídrido sulfuroso tiene gran importancia como inhibidor del pardeamiento no enzimático al bloquear los grupos carbonilo intermedios; como antioxidante, al disminuir la oxidación química de fenoles y del

ácido ascórbico por eliminación del oxígeno, y como agente conservador al impedir el desarrollo microbiano . Su acción se extiende sobre levaduras, hongos y bacterias. La actividad se incrementa con el descenso del pH y es debida fundamentalmente al ácido sulfuroso combinado que es el predominante a pH inferior a 3. (BELITZ y GROSH 1988).

Su presencia en los productos finales está sujeta a normas legales estrictas por lo que el no cumplimiento de estas normas es considerado fraude y el producto final de baja calidad.

En el proceso de pardeamiento enzimático se forman compuestos de degradación, principalmente hidroximetilfurfurol y furfurol, por lo que la presencia de estos compuestos en el producto final es indicativo del deterioro térmico y envejecimiento que provocan cambios en el aroma y sabor. (BERRY, R.E y col., 1974; DAUBERTE y col., 1990; IBARZ y col., 1989; KANNER y col., 1981; NUÑEZ y col 1990) .

2.3.4. – LEGISLACION:

Por el REAL DECRETO 667/1983 de 2 de marzo, se aprobó la Reglamentación Técnico - Sanitaria para la elaboración y venta de zumos de frutas y otros vegetales y sus derivados.

La necesidad de adaptar la Legislación Española a la de la Comunidad Europea hizo que esta reglamentación se revisara aprobándose la nueva legislación por el Real Decreto 1650/1991 de 8 de noviembre.

Dado que el muestreo final y los análisis correspondientes, contenidos en esta memoria, se realizaron con anterioridad a la última fecha, las muestras analizadas deberían cumplir la legislación anterior; por ello nos referiremos con más detenimiento a la normativa de 1983, describiendo al final del capítulo únicamente aquellas cuestiones de la nueva legislación que se refieren a los productos objeto de este estudio.

2.3.4.1. – Definiciones y denominaciones.

La Legislación Española permite definir distintos tipos de zumos y derivados de frutas, en función de su proceso de elaboración, que aparecen reflejados en el REAL DECRETO 667 / 1983, de 2 de marzo, y que citamos a continuación.

– Zumos :

"Son los líquidos ,jugos, obtenidos mecánicamente a partir de frutas y

vegetales sanos, limpios y maduros, clarificados o no por procedimientos mecánicos o enzimáticos, fermentables pero no fermentados, con color, aroma y sabor típicos del fruto o vegetal del que procedan."

"Asimismo, los obtenidos a partir de zumos concentrados, por reconstitución del agua y del aroma extraídos, y con características organolépticas y analíticas equivalentes a las definidas en el párrafo anterior. Su conservación se conseguirá únicamente por tratamientos físicos autorizados, con prohibición expresa de utilización de conservadores".

- Zumos con conservadores:

"Son los zumos a los que se les ha incorporado algún conservador autorizado en la Lista Positiva de aditivos, aprobada específicamente para estos productos. Estos zumos no podrán destinarse al consumo directo ni a la elaboración de néctares."

- Zumos concentrados:

" Son los productos obtenidos a partir de zumos de frutas frescas o naturales por eliminación por procesos físicos, de una parte de su agua de constitución.

Cuando el producto se destine a consumo directo, previa dilución, la concentración será del 50% (una a dos) o superior."

- Zumos concentrados con conservadores:

"Son los zumos concentrados que llevan incorporado algún conservante autorizado en las Listas Positivas, aprobadas específicamente para estos productos."

Estos productos no podrán destinarse al consumo directo ni a la fabricación de néctares con la excepción de que aquellos productos que contienen más de 10 mg/L de anhídrido sulfuroso total lo mencionen en el etiquetado.

– **Néctares:**

" Productos fermentables pero no fermentados obtenidos por adición de agua y azúcares a los zumos, sus mezclas, pulpas o cremogenados, concentrados o no y que cumplan las especificaciones relativas a zumos concentrados."

Otros:

- **Zumos azucarados:** Para los zumos de piña llevarán azúcares añadidos en cantidades máximas, expresadas en materia seca de 100g/L.
- **Zumos gasificados:** Adicionados de anhídrido carbónico puro.
- **Zumos deshidratados de frutas:** Contienen menos de un 10 % de agua.
- **Pulpas o cremogenados.**
- **Pulpas o cremogenados con conservadores.**
- **Néctares concentrados.**
- **Preparados básicos de frutas.**
- **Disgregados de frutos cítricos ("conminuted").**

En cualquier caso los productos finales deben cumplir unas condiciones estrictas de higiene y pureza, existiendo una lista de manipulaciones y compuestos permitidos y prohibidos.

2.3.4.2.- Manipulaciones permitidas y prohibidas.

El REAL DECRETO 667/1983, mencionado anteriormente, en su artículo 21 establece una serie de manipulaciones permitidas y prohibidas en la elaboración de zumos y néctares de frutas.

- Manipulaciones permitidas:

- Las frutas destinadas a la fabricación deberán ser sanas, maduras, estarán bien lavadas, y no presentarán señales de ataques de insectos, infecciones criptogámicas ni de podredumbre, que puedan afectar a la calidad del producto final.

- Para la elaboración de zumos concentrados se permite utilizar los procesos de difusión, siempre que las características del zumo resultante sean equivalentes a las de los zumos obtenidos por procedimientos mecánicos.

- Si la adición de vitamina C no supera la cantidad máxima autorizada como antioxidante, se denominará únicamente " ácido L- ascórbico ". Cuando se garantice en el producto y hasta la fecha de duración mínima o de caducidad (según corresponda), un mínimo de vitamina C de 400 mg/L el producto tendrá consideración de enriquecido y deberá obligatoriamente figurar en la etiqueta la mención: " Enriquecido con Vitamina C ".

- Se permite la adición de aditivos autorizados en las Listas Positivas de aditivos para su uso en estos productos.

- A los zumos de frutas que durante el proceso de fabricación hayan

perdido agua por evaporación se les podrá restituir la cantidad de agua eliminada.

- A los zumos se les podrá restituir los agentes aromáticos obtenidos de los mismos o de frutas idénticas.

- Los zumos de frutas podrán contener hasta un máximo de 10 mg/L de anhídrido sulfuroso, siempre que no afecte al envase.

- Los zumos se podrán rectificar ligeramente por adiciones máximas de azúcares autorizados en cantidades no superiores a 15 g/L o de ácido cítrico o zumo de limón con un máximo de 3g/L.

- En los zumos de frutas y de vegetales puede emplearse sal común y/o especias y condimentos que deben figurar en cada caso en la lista de ingredientes.

- **Manipulaciones prohibidas:**

- Queda prohibida la adición de cualquier sustancia no autorizada y la incorporación a los zumos y néctares de productos de extracción de los orujos y frutas agotadas.

- Se prohíbe la adición de azúcares y ácidos a un mismo zumo.

- Se prohíbe la utilización de colorantes artificiales.

Siguiendo estas recomendaciones los zumos y néctares de forma genérica deben cumplir las siguientes condiciones:

2.3.4.3.- Características de los zumos de fruta:

- 1.- Estar elaborados con frutas sanas y maduras.
- 2.- Estar desprovistos de semillas y de trozos groseros de corteza, piel y albedos.
- 3.- Deberán tener las características organolépticas propias de las frutas de procedencia adecuadamente industrializadas.
- 4.- Se considerarán zumos estandarizados aquellos de concentración simple que contengan como mínimo unos determinados valores en grados Brix según la fruta; en el caso de la piña serán 10 °Brix.
- 5.- No contendrán sustancias extrañas a las materias primas utilizadas en su elaboración o que prejuzguen un deficiente estado higiénico sanitario.
- 6.- No contendrán residuos metálicos en cantidades superiores a las siguientes: Arsénico < 0.3 p.p.m.; Plomo < 0,5 p.p.m. ; Cobre < 5 p.p.m.; Zinc < 5 p.p.m.; Hierro < 15 p.p.m.; Estaño < 250 p.p.m.
En el caso de concentrados y néctares, estas cifras se consideran en cuanto al producto equivalente a zumo estándar.
- 7.- No contendrán agentes patógenos para el propio producto y para el consumidor.
- 8.- Los zumos azucarados de piña llevarán azúcares añadidos en cantidad máxima, expresada en materia seca, de 100 g/L.

Características de los néctares:

- 1.- Cumplirán lo establecido en los puntos 1 a 7 de los zumos de frutas.
- 2.- El contenido en zumo de fruta o su equivalente en zumo concentrado,

pulpa o cremogenado será igual o superior al 40 % en el caso de la piña.

3.- Se podrán fabricar néctares con mezclas de frutas.

4.- La cantidad total de azúcares no será superior al 20 % en masa y en relación a la masa total del producto terminado.

5.- En los néctares se podrán reemplazar total o parcialmente los azúcares por miel, sin rebasar el límite máximo fijado en el punto 4.

2.3.4.4.- Envasado, etiquetado y rotulación de zumos y néctares de frutas.

- Envasado.

Los zumos y derivados se expendrán siempre en envases de vidrio, metálicos, u otros debidamente autorizados por la Dirección General de Salud Pública.

- Etiquetado y rotulación.

El etiquetado de los envases y la rotulación de los embalajes de zumos debe cumplir el REAL DECRETO 2058 / 1982 que aprueba la norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios envasados.

"Los zumos naturales, concentrados, conservados, edulcorados, azucarados y néctares se presentarán siempre envasados, y en la etiqueta figurará claramente la clase de fruta con que ha sido elaborado. Figurará además la denominación del producto. Lista de ingredientes: si se trata de zumo azucarado se indicará en gramos la cantidad de azúcar añadida por Kg de zumo tratado. Si se trata de un zumo de concentración se indicará el grado de concentración con relación al zumo fresco o

natural; si se trata de un néctar el contenido mínimo efectivo de zumo de fruta que contiene; si se trata de un zumo conservado se especificará el nombre y cantidad del conservador utilizado.

Si el producto tiene consideración de enriquecido debe expresarlo obligatoriamente.

Debe indicarse también el contenido neto y la fecha de caducidad.

El envase no modificará la calidad del producto ni introducirá sustancias extrañas por disolución en proporción superior a los límites autorizados. (CÓDIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL, 1991).

2.3.4.5.-Lista positiva de aditivos y coadyuvantes en la elaboración de zumos de frutas.

Por RESOLUCIÓN de 21 de abril de 1983 se aprueba la Lista Positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos para uso en la elaboración de zumos de frutas y de otros vegetales y sus derivados.

- **Colorantes:** Se admite su adición únicamente en la elaboración de néctares.

Carotenos, E-160: (*Máximo 30 p.p.m.*)

- a) Alfa, beta y gamma caroteno.
- b) Bixina, norbixina.
- c) Capsantina, capsorrubina.
- d) Licopeno.
- e) Beta-apo-8'-carotenal.
- f) Ester etílico del ácido beta-apo-8'-carotenoico.

Antocianos, E-163.

B.P.F.

- Antioxidantes:

	Zumos	Néctares	Cremogenados
	Máximo	Máximo	Máximo
Acido L-ascórbico, E-300			
<i>Máximo residual en producto terminado</i>	300 p.p.m.	300 p.p.m.	300 p.p.m.
Anhídrido sulfuroso, E-220	50 p.p.m.	10 p.p.m.	10 p.p.m.
<i>Máximo residual en producto terminado.(expresado en SO2)</i>			
Sulfito de sodio, E-221	50 p.p.m.	10 p.p.m.	10 p.p.m.
Sulfito ácido de sodio, E-222 (bisulfito de sodio)	50 p.p.m.	10 p.p.m.	10 p.p.m.
Disulfito de sodio, E-223 (pirosulfito de sodio o metabisulfito de sodio)	50 p.p.m.	10 p.p.m.	10 p.p.m.
Disulfito de potasio, E-224 (pirosulfito de potasio o metabisulfito de potasio)	50 p.p.m.	10 p.p.m.	10 p.p.m.
Sulfito de calcio, E-226	50 p.p.m.	10 p.p.m.	10 p.p.m.
Sulfito ácido de calcio, E-227 (bisulfito de calcio)	50 p.p.m.	10 p.p.m.	10 p.p.m.

- Reguladores del pH:

Acido cítrico, E-330	3.000 p.p.m.	5.000 p.p.m.	5.000 p.p.m.
Acido málico, H-8.080	3.000 p.p.m.	3.000 p.p.m.	5.000 p.p.m.

- Antiespumantes:

Dimetilpolisiloxano, H-9.845. En zumos y néctares de piña, máx. 10 p.p.m.

- Conservadores: Conminuted, cremogenados conservados y zumos

para uso industrial conservados.

Acido benzoico, E-210

Benzoato sódico, E-211

Benzoato cálcico, E-213

Benzoato potásico, E-212

Acido sórbico, E-200

Sorbato sódico, E-201

Sorbato potásico, E-202

Sorbato cálcico, E-203

La utilización de estos productos aislados o en asociación no sobrepasará 1.500 p.p.m. expresado en el ácido correspondiente.

Para-hidroxibenzoato de metilo, E-218

Para-hidroxibenzoato de etilo, E-214

Para-hidroxibenzoato de propilo, E-216

Derivado sódico del éster metílico del ácido para hidroxibenzoico, E-215

Derivado sódico del éster propílico del ácido para-hidroxibenzoico, E-217

La utilización de estos productos aislados o en asociación no sobrepasará 1.500 p.p.m. expresado en el ácido correspondiente.

Anhídrido sulfuroso, E-220 (*Máximo 1.500 p.p.m.)*

Sulfito de sodio, E-221

Sulfito ácido de sodio, E- 222

(*bisulfito de sodio*) 1.500 p.p.m

Disulfito de sodio, E-223 (*expresado en SO₂*)

(*pirosulfito de sodio o metasulfito de sodio*)

Disulfito de potasio, E-224

(*pirosulfito de potasio o metabisulfito de potasio*)

Sulfito de calcio, E-226

Sulfito ácido de calcio E-227

(*bisulfito de calcio*)

La utilización de estos productos en asociación no sobrepasará 1.500 p.p.m.

- Antiaglutinantes: Para productos en polvo: Comminuted, cremogenados conservados y zumos para uso industrial conservados.

Estearato cálcico, H-7.217 (B.P.F.)

Estearato magnésico, H-7.218 (B.P.F.)

Aluminio silicato sódico, H-7.173 (B.P.F.)

Dióxido de silicio amorfo, H-7.170 (B.P.F.)

- Clarificantes y coadyuvantes de la filtración:

Albúminas; Gelatina alimenticia; Caseína; Tierra de difusorios; Bentonita; Taninos; Enzimas pectolíticos; Enzimas proteolíticos; Enzimas amilolíticos; Dióxido de silicio amorfo; Caolín; Carbones.

2.3.4.6.- Nueva Legislación.

Como comentamos más arriba, la legislación anteriormente mencionada ha sido rectificada y parcialmente derogada por el Real Decreto del 20 de noviembre de 1991, fecha a partir de la cual tiene lugar su aplicación.

Las nuevas disposiciones referentes a zumos, néctares y concentrados de frutas y de piña en especial, son las siguientes:

- Se permite la adición a los zumos de piña de ácido cítrico (E-330) en cantidad no superior a 3 g/L.
- Se permite la adición de azúcares autorizados en cantidad no superior a 15 g/l , expresado en materia seca.

- Se permite la presencia en los zumos de piña, de las siguientes sustancias siempre que la cantidad total añadida, expresada en SO₂ total no sobrepase 50 p.p.m.: anhídrido sulfuroso (E-220), sulfito de sodio (E-221), sulfito ácido de sodio (*bisulfito de sodio*) (E-222), disulfito de sodio (*pirosulfito de sodio o metabisulfito de sodio*) (E- 223), disulfito de potasio (*pirosulfito de potasio o metabisulfito de potasio*) (E-224), sulfito de calcio (E-226), sulfito ácido de calcio (*bisulfito de calcio*) (E-227).
- A los zumos de piña se les puede añadir dimetilpolisiloxano, a condición de que la cantidad total añadida no sobrepase 10 p.p.m.
- Se permite la adición, a los zumos de piña, de los ácidos L-málico y D y L- málico juntos o por separado , a condición de que la cantidad total añadida no sobrepase 3.000 p.p.m.
- Para los néctares de piña se establece una acidez mínima de 4 g de ácido tartárico por litro de producto terminado, y un contenido de zumo y eventualmente de puré del 50 por ciento en peso del producto terminado. (Antes era 40%).

3.- PARTE EXPERIMENTAL

Como ya hemos visto, las características de la fruta de partida (piña en nuestro caso), la calidad del concentrado intermedio y las condiciones de elaboración de zumos y néctares influyen en los caracteres físicos, químicos y organolépticos del producto final.

Para poder caracterizar adecuadamente los zumos y néctares comerciales de piña, es necesario conocer previamente la composición de la piña fresca y de su zumo obtenido por expresión, considerando estas muestras como muestras de referencia. Ya que los métodos de control de pureza están basados, generalmente, en la comparación de muestras desconocidas con resultados conocidos de muestras puras (naturales en nuestro caso) tomadas como referencia. (ARISTOY y col., 1989).

Como se indicó en el capítulo anterior, los zumos y néctares comerciales de piña se elaboran, en general, a partir de concentrado de zumo (unicamente de esta fruta), obtenido industrialmente por los procesos ya descritos; por ello, para evaluar la influencia de los procesos tecnológicos en el producto final (zumos y néctares comerciales), hemos considerado interesante el estudio analítico de muestras de concentrado de piña, de uso industrial, cuyas características pueden servir también de referencia.

Otra de las variables que pueden influir (o afectar) es el tipo de envasado al que se someten los derivados de piña, objeto de este estudio; para poder evaluar su posible influencia, habría que considerar aquellas marcas comerciales que presenten el mismo producto en distintos tipos de envase. Del estudio de mercado realizado, se ha visto que sólomente en el caso de los néctares, algunas marcas comerciales presentan su producto en distintos tipos de envase, siendo éstos de vidrio (1 - 2 litros) y metálicos (latas pequeñas de 150 - 160 mL de capacidad), ya que los zumos, encontrados en el mercado, se

presentaban todos ellos en envase de cartón (tetrabrik).

Por último, para poder evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento sobre las características de los zumos, se consideró interesante el análisis periódico de distintos envases de un mismo lote de fabricación de un zumo comercial, desde el momento de su adquisición, en el mercado, hasta la fecha de consumo preferente, y una vez pasada ésta.

La elección de la muestra de zumo frente al néctar ha sido en base a que los zumos son productos de consumo más generalizado y en su composición no se incluyen ingredientes estabilizantes que podrían falsear los resultados del estudio.

3.1.— MUESTREO PREVIO Y FIJACION DE CONDICIONES.

Con el fin de establecer las determinaciones a realizar y la puesta a punto de los métodos analíticos para el muestreo definitivo, se realizaron ensayos previos con muestras comerciales de zumo y néctares de piña.

Asimismo, para evaluar la posible variabilidad de los distintos lotes de fabricación de un mismo producto, en orden a establecer las condiciones del muestreo definitivo, se ha realizado el análisis de 5 lotes de un zumo comercial (considerado como muestra 0).

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1: Densidad, extracto seco y pulpa suspendida, Tabla 2: pH, acidez titulable, índice de madurez, cenizas, alcalinidad de cenizas, sustancias pécticas y vitamina C, Tabla 3: Azúcares, Tabla 4: Contenido en elementos minerales, Tabla 5: Parámetros relativos al color y Tabla 6: índice de formol, furfurool y anhídrido sulfuroso.

Tabla 1.- Parámetros del estudio de 5 lotes del Zumo comercial: Z0;
Densidad, extracto seco y pulpa suspendida.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>°Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1	X	1.0577	15.141	14.810	12.50	4.791
	DE	0.000	0.149	0.000		
L2	X	1.0514	18.473	13.240	12.40	5.000
	DE	0.001	0.117	0.367		
L3	X	1.0528	16.755	13.630	12.80	4.084
	DE	0.001	0.046	0.184		
L4	X	1.0527	19.748	13.630	12.90	5.315
	DE	0.001	0.368	0.184		
L5	X	1.0527	16.684	13.500	12.20	4.809
	DE	0.002	0.410	0.450		
Total						
	X	1.0529	17.301	13.631	12.560	4.800
	DE	0.002	1.792	0.511	0.288	0.452
	CV	0.002	0.100	0.035	0.020	0.084

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 2.- Parámetros del estudio de 5 lotes del Zumo comercial: Z0.
(pH, Acidez titulable, Índice de madurez, Cenizas, Alcalinidad de
cenizas, Sustancias pécticas y Vitamina C).

		pH	<u>Acidez</u> <u>titulable</u> (a)	<u>Índice</u> <u>madurez</u> (b)	<u>Cenizas</u> (g/100mL)	<u>Alcalinidad</u> <u>cenizas</u> (c)	<u>Sustancias</u> <u>pécticas</u> (d)	<u>Vit.C</u> (e)
<u>Nº lote</u>								
L1	X	3.37	0.615	20.325	0.305	0.213	0.085	50.219
	DE		0.000	0.000	0.009		0.000	1.961
L2	X	3.42	0.677	18.317	0.306	0.194	0.092	57.636
	DE		0.008	0.230	0.011		0.001	2.728
L3	X	3.51	0.655	19.542	0.336	0.182	0.083	62.307
	DE		0.004	0.126	0.006		0.004	1.860
L4	X	3.50	0.664	19.428	0.398	0.196	0.101	59.050
	DE		0.026	0.765	0.005		0.001	2.180
L5	X	3.62	0.606	20.162	0.390	0.183	0.096	61.022
	DE		0.022	0.730	0.009		0.008	0.535
Total								
	X	3.484	0.643	19.555	0.339	0.193	0.092	58.001
	DE	0.095	0.032	0.830	0.042	0.012	0.008	4.954
	CV	0.024	0.047	0.040	0.119	0.057	0.082	0.082

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = g ácido cítrico anhidro / 100 mL

(b) = °Brix / acidez titulable

(c) = g K₂CO₃ / 100 mL

(d) = g ácido galacturónico / 100 mL

(e) = mg ácido ascórbico / 100 mL

Tabla 3.- Contenido en azúcares del Zumo comercial: Z 0.
(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> (m.CLAE)	<u>Totales --</u> (m.Antrona)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	2.642	2.895	4.503	10.040	11.959
	DE	0.076	0.191	0.381	0.114	0.052
L2						
	X	2.665	2.775	4.885	10.324	11.221
	DE	0.108	0.021	0.159	0.288	0.369
L3						
	X	2.559	2.530	5.314	9.668	12.720
	DE	0.108	0.156	0.201	0.573	0.153
L4						
	X	2.208	2.220	4.656	9.084	12.598
	DE	0.261	0.225	0.837	1.322	0.104
L5						
	X	2.143	2.429	4.901	8.912	13.741
	DE	0.190	0.303	0.370	0.670	0.277
Total						
	X	2.443	2.570	4.852	9.606	12.473
	DE	0.264	0.295	0.447	0.785	0.858
	CV	0.102	0.109	0.087	0.077	0.066

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 4.- Estudio del contenido mineral Zumo comercial: Z0.

(mg/100mL)

		<u>MACROELEMENTOS</u>					<u>MICROELEMENTOS</u>			
		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
<u>Nº lote</u>										
L1	X	3.415	107.450	14.120	14.885	3.178	0.043	0.276	1.293	0.085
	DE	0.898	5.161	0.028	0.332	0.198	0.001	0.016	0.038	0.007
L2	X	2.750	98.600	14.363	14.473	3.295	0.071	0.241	1.286	0.102
	DE	0.266	3.568	0.477	1.137	0.297	0.014	0.020	0.091	0.014
L3	X	4.340	125.250	17.155	17.050	3.907	0.068	0.299	1.469	0.130
	DE	2.927	8.980	0.460	0.495	0.156	0.034	0.000	0.055	0.008
L4	X	4.020	125.000	16.300	15.300	3.843	0.059	0.305	1.299	0.138
	DE	2.263	13.152	1.739	0.339	0.083	0.013	0.009	0.307	0.000
L5	X	3.622	113.833	18.610	17.470	3.517	0.063	0.293	1.026	0.093
	DE	1.297	4.216	0.487	0.665	0.297	0.008	0.028	0.061	0.001
Total	X	3.555	112.725	16.172	15.712	4.237	0.062	0.278	1.255	0.106
	DE	1.403	12.114	1.958	1.399	3.548	0.016	0.031	0.186	0.021
	CV	0.378	0.103	0.116	0.085	0.093	0.252	0.105	0.142	0.188

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 5.- Otros parámetros del Zumo comercial: Z0.
(Indice de formol, Furfurol y Anhídrido sulfuroso).

		<u>Indice</u> <u>formol</u>	<u>Furfurol</u> (mg/L)	<u>libre</u> (mg/L)	<u>SO2</u> <u>combinado</u> (mg/L)	<u>total</u> (mg/L)
<u>Nº lote</u>						
L1	X	14.000	2.184	8.160	96.800	104.960
	DE		0.033	2.036	12.445	14.481
L2	X	13.580	2.180	5.280	79.200	84.480
	DE		0.028	2.036	12.445	14.481
L3	X	16.680	2.212	6.560	86.400	92.960
	DE		0.129	1.131	4.525	3.394
L4	X	15.520	1.919	6.560	96.000	102.560
	DE		0.341	0.226	4.525	4.299
L5	X	11.640	2.062	3.465	141.550	144.550
	DE		0.138	0.375	12.798	12.798
Total	X	14.284	2.111	6.005	105.902	105.902
	DE	1.925	0.174	1.950	23.279	23.279
	CV	0.121	0.078	0.308	0.208	0.208

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 6.- Parámetros relativos al color del Zumο comercial: Z 0.

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	44.76	- 5.48	18.00	106.930	18.000	5.877
L2	43.82	- 3.87	17.42	102.177	17.880	4.314
L3	43.80	- 3.35	19.29	99.852	19.580	5.012
L4	44.29	- 3.19	19.51	99.286	19.510	5.525
L5	46.36	- 6.03	18.95	107.649	20.140	7.765
Total						
X	44.606	- 4.384	18.634	103.179	19.022	5.699
DE	1.057	1.291	0.891	3.914	1.018	1.296
CV	0.021	0.263	0.043	0.034	0.048	0.203

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Los métodos analíticos utilizados se describen detalladamente en el capítulo 3.3. de esta memoria.

Para poder evaluar la significación de la influencia del lote en la variabilidad de cada parámetro considerado, se ha contrastado la hipótesis de no variación significativa mediante la Tabla de ADEVA con un factor, utilizando el estadístico F de Fisher con un nivel de confianza del 95% ($p = 0.05$).

Los F críticos utilizados como valores comparativos se muestran en la Tabla 14.

La obtención de un estadístico F superior al F crítico correspondiente, supone una variación significativa del parámetro considerado debida al lote de fabricación.

Los resultados obtenidos (F) de la aplicación del estudio estadístico, análisis de la varianza, a nuestros resultados experimentales se muestran en la Tabla 7; esta Tabla refleja que únicamente la acidez titulable, cenizas (debido a la variación del Ca, Mg y Zn) y vitamina C sufren variación significativa debida al lote de fabricación; la variabilidad mostrada por los valores de extracto seco, obtenido por evaporación, y del contenido en azúcares totales, determinados por el método de la antrona, deben ser atribuidas al método analítico, ya que los mismos parámetros determinados, por los otros dos métodos aplicados, no sufren variación significativa debida al lote de fabricación.

Por todo ello para el muestreo definitivo, de zumos y néctares comerciales, se consideraron 3 lotes de fabricación distintos de cada muestra comercial.

Tabla 7.- Estudio de 5 lotes del Zumo comercial: Z0.

Análisis de la Varianza.

<u>Densidad</u>	<u>-----Extracto</u> <u>Evaporación</u>	<u>seco-----</u> <u>tablas</u>	<u>Acidez</u> <u>titulable</u>	<u>Cenizas</u>	<u>Sustancias</u> <u>pécticas</u>	<u>Vit. C</u>
F4,5= 4.847	F4,11= 157.528	F4,5= 3.589	F4,5= 7.872	F4,10= 72.637	F4,5= 6.351	F4,8= 19.501

<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Azúcares</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Azúcares</u> <u>Totales</u> (Antrona)
F4,5= 4.637	F4,5= 3.572	F4,5= 0.898	F4,5= 1.395	F4,6= 38.934

<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>
F4,7= 0.356	F4,7= 6.528	F4,7= 15.970	F4,6= 6.890	F4,5= 4.237

<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
F4,7= 1.021	F4,6= 3.721	F4,7= 3.692	F4,5= 7.972

<u>Furfurol</u>	<u>SO2 total</u>
F4,5= 0.966	F4,5= 8.692

3.2.- MUESTREO DEFINITIVO.

Con el fin de caracterizar de forma adecuada los zumos y néctares de piña comerciales, en el muestreo definitivo se han considerado distintos tipos de muestras:

- Productos naturales: Pulpa de piña fresca y su zumo obtenido en licuadora doméstica.
- Producto intermedio: Concentrado de zumo de piña de uso industrial.
- Productos comerciales: Zumos de denominación comercial 100% y néctares de piña.

Para la elección de las muestras comerciales se seleccionaron aquellas marcas que presentaban en el mercado los dos tipos de derivados objeto de este estudio y aquellas cuyos néctares se comercializaban en tipos de envase diferentes.

Con estas premisas las muestras consideradas han sido las siguientes:

- Pulpa de piña fresca.

Se ha realizado el estudio de 5 lotes de piña fresca obtenida en los mercados locales de Madrid durante los meses de diciembre de 1990 a abril de 1991.

Cada lote estaba constituido por 5 - 6 frutas, de 1.5 Kg cada una, aproximadamente, dando un total de 6 - 7 Kg de fruta .

Las frutas se pesaron y pelaron; tras la eliminación de las partes no

comestibles, se procedió a su troceado y mezcla, y parte de ésta se homogeneizó en batidora doméstica. Las determinaciones analíticas referidas a pulpa de piña (porción comestible) se realizaron sobre este homogeneizado fresco.

El rendimiento en peso de la pulpa respecto al peso total de la piña es bastante constante en las muestras consideradas, encontrándose entre un 46.51 y un 54.89 % (peso/peso).

- Zumo natural de piña fresca.

Parte de la piña troceada anteriormente se utilizó para la elaboración de zumo natural por extrusión en licuadora doméstica.

Así, al igual que en el caso anterior se obtuvieron 5 lotes de zumo natural de aproximadamente 1L cada uno.

El rendimiento en zumo de las piñas naturales es bastante variable en las muestras consideradas, entre un 21.38 y un 54.99 % , mL de zumo por 100g de pulpa, (recordemos que el rendimiento indicado a nivel industrial era del 50% aproximadamente, punto 2.3.1.1.2). Esta variabilidad podría ser atribuida al diferente estado de madurez de las muestras utilizadas; un estado de madurez avanzado implicaría un ablandamiento de los tejidos con la consiguiente facilidad de extracción del zumo correspondiente. (SINGLENTON, 1965).

- Concentrado de uso industrial.

Se han analizado 2 muestras de concentrado de zumo de piña, usados industrialmente como base para la elaboración de los zumos y néctares. La importancia de estas muestras radica en su difícil obtención, ya que no están disponibles en el comercio .

El concentrado (aproximadamente 1 Kg cada muestra) se recibió en envases de polietileno y en estado congelado.

- Zumos de piña de denominación comercial 100%.

Se ha realizado un muestreo significativo de los zumos de piña, de denominación 100%, presentes en los comercios españoles, escogiéndose preferentemente, como ya se ha indicado, aquellas marcas comerciales que ofrecían en el mercado los dos productos considerados.

Se han escogido 5 marcas comerciales de zumo de piña 100% ; de ellas sólo una marca comercial no ofrecía el producto néctar; sobre esta muestra, considerada como zumo 0 , se realizaron los estudios de variabilidad de lotes (mencionado en el muestreo previo) e influencia del periodo de almacenamiento a temperatura ambiente.

Para evaluar la posible influencia de dicho periodo de almacenamiento a temperatura ambiente, se almacenaron distintos envases de un mismo lote de fabricación de la muestra Z0, durante 6 meses, desde el momento de su adquisición hasta un mes después de la fecha de consumo preferente indicada en el envase; los análisis se realizaron mensualmente de noviembre de 1990 a mayo de 1991.

De cada una de las marcas comerciales de zumo de piña 100% , numeradas de Z1 a Z4, se han analizado 3 lotes de fabricación distintos.

Así, considerando los 5 lotes del zumo Z0 y los tres lotes de cada uno de los zumos Z1, Z2, Z3 y Z4, se han analizado un total de 23 muestras de zumos 100% de piña.

- Néctares comerciales de piña.

De los néctares de piña, encontrados en nuestros mercados, se han

escogido 5 marcas comerciales, de las que 4 de ellas comercializaban además el zumo 100% y la quinta ofrecía solo el producto néctar pero en dos envases diferentes, por lo que hemos considerado interesante incluirla en el muestreo definitivo.

Po tanto, se han analizado 5 marcas comerciales de néctar de piña; tres de ellas presentaban ambos tipos de envase (vidrio y metálico), una se presentaba únicamente en envase de vidrio y otra solo en envase metálico.

Al igual que en el caso de los zumos 100%, de cada marca comercial y tipo de envase considerado, se han analizado 3 lotes de fabricación distintos. Se han analizado un total de 24 muestras de néctar de piña comercial.

El muestreo final y las abreviaturas utilizadas a lo largo de esta memoria quedan reflejadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1.- TIPOS DE MUESTRAS ANALIZADAS Y NOMENCLATURA DE LAS MISMAS.

Muestras naturales: (5 lotes de cada)

P : Pulpa de piña natural.
 ZN : Zumo natural de piña fresca,
 obtenido en licuadora doméstica.

Producto intermedio: (2 lotes)

CC : Concentrado de zumo de piña,
 de uso industrial.

Muestras comerciales: (3 lotes de cada)

- Zumos:

Z 0 : 5 lotes, estudio de variabilidad de lotes.
 7 lotes, estudio de la influencia del almacenamiento
 Z 1, Z 2, Z 3 y Z 4 (3 lotes de cada)

- Néctares:

NL 1, NC 2, NL 2, NC 3, NL 3, NC 4, NC 5 y NL 5.
 (3 lotes de cada)

<u>Marcas comerciales</u>	<u>Tipo muestra</u>	<u>-----Tipo de envase -----</u>		
		<u>Tetrabrik</u>	<u>Vidrio</u>	<u>Metálico</u>
0	Zumo 100%	Z 0	-	-
1	Zumo 100% Néctar	Z 1	-	NL 1
2	Zumo 100% Néctar	Z 2	NC 2	NL 2
3	Zumo 100% Néctar	Z 3	NC 3	NL 3
4	Zumo 100% Néctar	Z 4	NC 4	-
5	Zumo 100% Néctar	-	NC 5	NL 5

Donde:

Z: Zumo 100%
 N: Néctar
 NC: Néctar en envase de vidrio
 NL: Néctar en envase metálico

Respecto a la información que sobre la composición de las muestras presentaban los envases, en todos los zumos comerciales se encontró la leyenda: " Zumo 100% obtenido a partir de concentrado"; la muestra Z 0, indicaba contener vitamina C (400mg/L), denominándose zumo enriquecido.

Los néctares comerciales, siguiendo la legislación vigente en materia de envases y rotulación, indican en su envase los ingredientes y características de su composición, tal como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2.- INGREDIENTES Y CARACTERISTICAS DE LOS NECTARES
MENCIONADAS EN SU ENVASE.

Néctares envase de vidrio:

	<u>NC 2</u>	<u>NC 3</u>	<u>NC 4</u>	<u>NC 5</u>
Contenido neto	2 L	1 L	1 L	1 L
Contenido zumo	50% min	40% min	40% min	40% min
Ingredientes:				
H2O	+	+	+	+
Zumo piña	+	+	+	+
Pulpa piña			+	
Azúcares	glucosa	+	sacarosa jbe. glucosa	+
Acidulante		ac.cítrico	E-330	ac.cítrico
Antioxidante	ácido ascórbico	ácido L-ascórbico		ácido ascórbico
Antiespumante		dimetilpro- pilxilosano		
Otros			Vit. C (400mg/L)	aroma piña

Néctares envase metálico:

	<u>NL 1</u>	<u>NL 2</u>	<u>NL 3</u>	<u>NL 5</u>
Contenido neto	160 mL	150 mL	160 mL	150 mL
Contenido zumo	50% min	50% min	40% min	40% min
Ingredientes:				
H2O	+	+	+	+
Zumo piña	+		+	+
Pulpa piña		+		
Azúcares	sacarosa jbe. glucosa	+	+	+
Acidulante	ac.cítrico	ac.cítrico	ac.cítrico	ac.cítrico
Antioxidante		ácido L-ascórbico	ácido L-ascórbico	ácido ascórbico
Antiespumante			dimetilpro- pilxilosano	
Otros				Aroma piña

+ = mención en el envase.

3 . 3 . - D E T E R M I N A C I O N E S **ANALITICAS.**

Las determinaciones analíticas aplicadas al muestreo definitivo podemos agruparlas en:

- Aquellas que se refieren a las características físico - químicas y composición química de las muestras, permitiendo su caracterización: Densidad, extracto seco, pulpa suspendida, pH, acidez titulable, ácidos orgánicos, azúcares, sustancias pécticas, fibra neutro detergente, índice de formol, proteínas, vitamina C, cenizas, alcalinidad de cenizas, elementos minerales (macroelementos: Na,K,Ca,Mg,P y microelementos: Cu,Fe,Mn,Zn).
- Aquellas que se refieren a las características organolépticas objetivas: Índice de madurez y color.
- Aquellas que se refieren a otros parámetros: Furfurol y anhídrido sulfuroso.

3.3.1.- DENSIDAD.

La densidad de los zumos y néctares se ha determinado por medio del picnómetro (a 20º C durante 20 min), aplicando la siguiente fórmula:

$$d = \frac{c-a}{b-a}$$

d = densidad.

a = peso picnómetro vacío.

b = peso del picnómetro con agua destilada.

c = peso del picnómetro con la muestra problema.

(ORDEN del 29 de Enero de 1988)

3.3.2.- EXTRACTO SECO.

Se ha obtenido por aplicación de tres métodos.

A) El contenido en sólidos solubles expresados en g/100 mL se puede calcular a partir del valor de la densidad, obtenido anteriormente, utilizando la Tabla 8. (ORDEN del 29 de Enero de 1988)

B) Evaporación de 25 mL de muestra en baño-maría, desecación en estufa a 105º C, y pesada posterior del residuo. (MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO, 1985)

C) Medida refractométrica en el refractómetro de Brix a 20º C de temperatura y expresión de los resultados como ºBrix. (m. 932.14C AOAC, 1990)

Tabla 8.- Obtención del Extracto seco a partir de la densidad.

(g/100mL)

Densidad con dos decimales	-----Tercer decimal de la densidad-----				
	0	1	2	3	4
1.00	0.00	0.26	0.51	0.77	1.03
1.01	2.58	2.84	3.10	3.36	3.62
1.02	5.17	5.43	5.69	5.95	6.21
1.03	7.77	8.03	8.29	8.55	8.81
1.04	10.37	10.63	10.90	11.16	11.42
1.05	12.98	13.24	13.50	13.76	14.03
1.06	15.59	15.86	16.12	16.38	16.64

Densidad con dos decimales	-----Tercer decimal de la densidad-----				
	5	6	7	8	9
1.00	1.29	1.54	1.80	2.06	2.32
1.01	3.88	4.13	4.39	4.65	4.91
1.02	6.47	6.73	6.99	7.25	7.51
1.03	9.07	9.33	9.59	9.85	10.11
1.04	11.68	11.94	12.20	12.46	12.72
1.05	14.29	14.55	14.81	15.07	15.33
1.06	16.90	17.16	17.43	17.69	17.95

(Orden del 29 de enero de 1988)

3.3.3.— PULPA SUSPENDIDA.

Se centrifugaron, durante 30 min a 3.000 r.p.m, 50 mL de muestra en el caso de zumos y néctares ó 50 mL de la disolución obtenida con 25 g de pulpa ó 10 g de concentrado una vez completado el volumen con agua destilada a 50 mL. Posteriormente se decantó el sobrenadante y se pesó el residuo obtenido.

3.3.4.— pH.

Se determinó por medida potenciométrica realizada a 20 °C en pHmetro ORION mod: 701 A
(ORDEN de 29 de enero de 1988).

3.3.5.— ACIDEZ TITULABLE.

La titulación de los ácidos se lleva a cabo en la muestra diluída al 10%, con NaOH 0.1 N de factor conocido y usando FT como indicador. Los resultados se expresan en g/100mL de ácido cítrico anhidro.
(m. 942.15 A.O.A.C, 1990) .

3.3.6.— ACIDOS ORGANICOS.

Los zumos y néctares de frutas presentan en su composición distintos ácidos orgánicos como los ácidos tartárico, málico, cítrico y ascórbico,

constituyentes de las frutas de los que se obtienen , o bien incorporados como aditivos: acidulantes (tartárico, málico; cítrico), antioxidantes (ácido ascórbico) o conservadores (sórbico y benzoico).

Entre los ácidos orgánicos constituyentes de las frutas podemos diferenciar los mayoritarios (málico y cítrico) y los minoritarios, clasificándose los más importantes, de estos últimos, en dos grupos: Los ácidos intermediarios del ciclo del ácido cítrico (succínico, pirúvico, fumárico, oxálico, isocítrico....) y los ácidos fenólicos, precursores de aromas, (quínico, clorogénico...). (BELITZ y GROSH, 1988).

La determinación cuantitativa de ácidos orgánicos en frutas y derivados ha sido objeto de múltiples estudios, proponiéndose varios métodos de análisis, generalmente complejos.

Los procedimientos volumétricos (A.O.A.C, 1990) son lentos, ya que se requieren distintas condiciones de reacción para la determinación de cada ácido, siendo imposible su determinación simultánea; los colorimétricos, potenciométricos (GOMEZ BAREZ y col., 1987; SANCHEZ y col., 1987; DE SOUZA y col., 1985; GODINHO y col., 1988) y enzimáticos (REYES y col., 1982), exigen una laboriosa preparación de la muestra para poder efectuar la cuantificación. (MARTIN - HERNANDEZ, 1987).

Igual ocurre con los procedimientos cromatográficos, de cromatografía en capa fina (ANTOLIN MATE y LUGAR ABRIL, 1984) y cromatografía gaseosa; ésta última requiere la derivatización de la muestra problema para poder realizar el análisis, lo cual supone una complicación adicional. (BAKER, 1973; CHAPMAN y HORVAT, 1989; FERNANDEZ-FLORES y col., 1970; RYAN y DUPONT, 1973).

La aplicación de la cromatografía líquida de alta eficacia al análisis cuali y cuantitativo de ácidos orgánicos en frutas y derivados ha supuesto un notable avance por la sencillez y rapidez del análisis, si bien los

diferentes autores proponen distintas condiciones cromatográficas.

(Cuadro 3)

Cuadro 3.- CONDICIONES DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA APLICADAS AL ANALISIS DE ACIDOS ORGANICOS, EN FRUTAS Y DERIVADOS, UTILIZADAS POR DIVERSOS AUTORES.

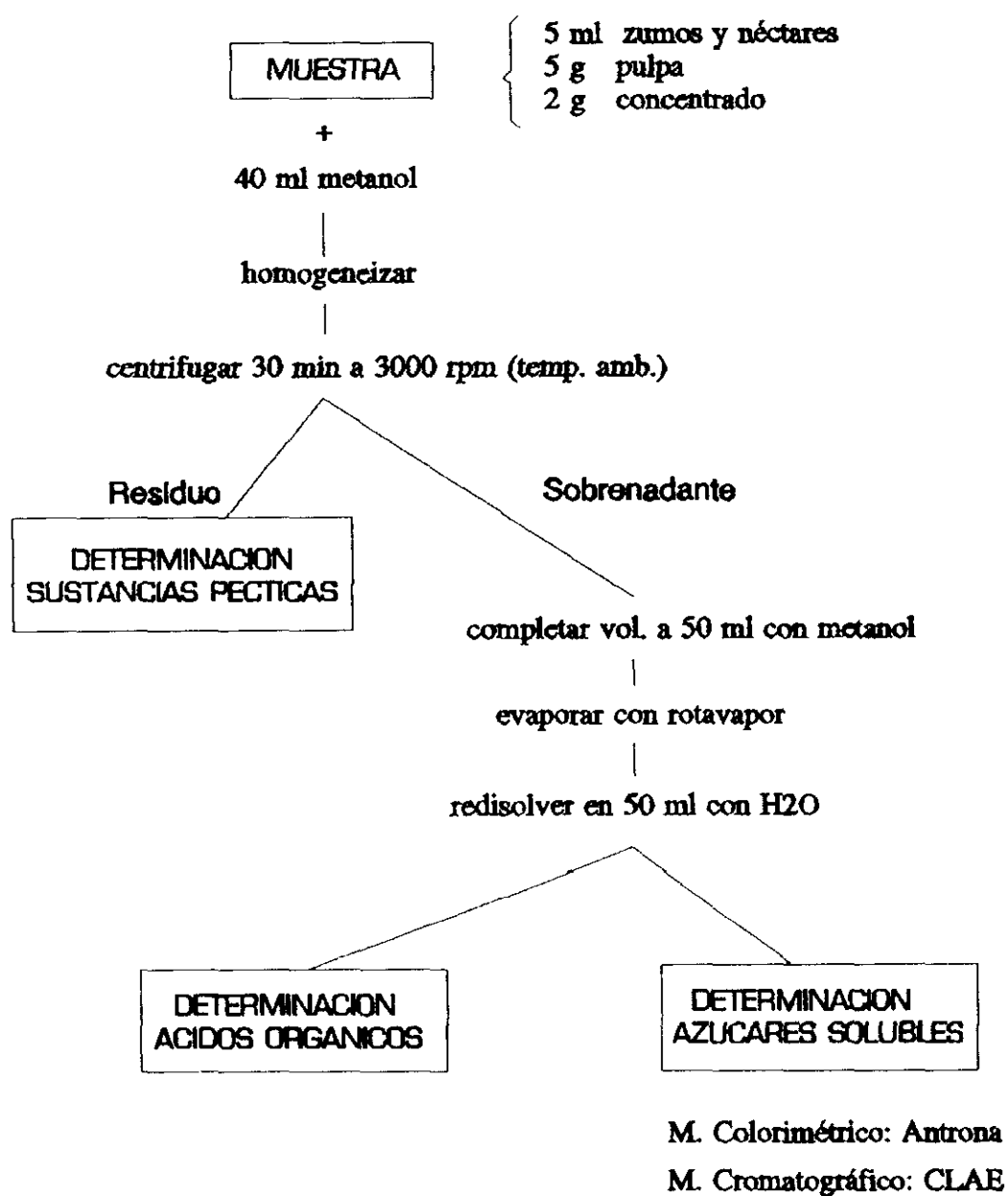
	<u>Columna</u>	<u>Fase móvil</u>	<u>Flujo</u> (mL/min)	<u>Detección</u>
ANTOLIN MATE y LUGAR ABRIL, 1984	Lichrosorb ODS,2	2% KH ₂ PO ₄ pH 2.2 H ₃ PO ₄	1.0	U.V. 220 nm
COPPOLA y col., 1978	Bondapak C 18	2% KH ₂ PO ₄ pH 2.4 H ₃ PO ₄	0.5	I.R
COPPOLA y STARR 1986	Supelcosil LC-18 Radial-pak C18	0.2 M KH ₂ PO ₄ pH 2.4	0.8	U.V. 214 nm
EVANS y col., 1983	Aminex HPX-87 80°C	H ₂ SO ₄ 0.006 N	0.6	U.V. 207 nm
LEE y WROLSTAD 1988	MCH-10 micro-pak	KH ₂ PO ₄ 2% NaCl 2% pH 2.4 H ₃ PO ₄	0.5	U.V - Vis.
LOPEZ y col., 1989	Spheri 5RP 18	H ₂ O pH 2.2 H ₂ SO ₄	0.4	U.V. 214 nm
PALMER y LIST 1973	Aminex A 25 70°C	Formiato sódico 1 N	-	I.R
PICHA 1985	Aminex HPX-87H 75°C	H ₂ SO ₄ 0.0008 N	0.8	U.V. 214 nm
ROMERO y col., 1990	Spherisorb ODS 2	H ₂ O pH 2.2 H ₂ SO ₄	0.3	U.V. 214 nm
SCHNEIDER y col. 1987	Aminex HPX 87-H 65°C	H ₂ O H ₂ SO ₄	0.8	U.V. 210 nm

La determinación de los ácidos orgánicos presentes en la piña y en los derivados objeto de nuestro estudio, se realizó mediante cromatografía líquida de alta eficacia, según el método descrito por CANO (1991).

La preparativa de la muestra implica la extracción con metanol 80%, centrifugación, separación del sobrenadante y evaporación a vacío, con posterior redisolución en agua destilada, como se describe en el Esquema 2; esta preparativa de la muestra es común para la determinación de azúcares solubles y sustancias pécticas .

Para la determinación de ácidos orgánicos se realiza la filtración de una alícuota de la solución acuosa a través de Sep - pack C18 y filtros millipore AH de 0.45 μm , con posterior inyección de 20 μl en el cromatógrafo.

Esquema 2.- PREPARATIVA DE LAS MUESTRAS PARA LA DETERMINACION DE SUSTANCIAS PECTICAS, ACIDOS ORGANICOS Y AZUCARES SOLUBLES.



El equipo de cromatografía líquida de alta eficacia utilizado es un cromatógrafo Hewlett - Packard mod. 1040 que consta de:

- Bomba e inyector: Serie 1050.
- Interface: Mod. 35900.
- Columna Ion - 300 de Interaction, de acero inoxidable de 300 mm de largo y 6.5 mm de diámetro interior.
- Detector DAD 1040 de Hewlett - Packard.

Las condiciones cromatográficas aplicadas a nuestro análisis fueron las siguientes:

- Fase móvil: Solución de ácido sulfúrico 0.0085 N en agua desionizada.
- Flujo: 0.4 mL/min
- Temperatura: 42 °C obtenidos con un horno de termostatización.

La determinación de los ácidos orgánicos se realizó mediante la medida de absorbancia a 214 nm de longitud de onda y la cuantificación de los picos se llevó a cabo mediante comparación de áreas, por el método de patrón externo, utilizando como patrón una mezcla de los ácidos oxálico, cítrico, L-málico, quínico y succínico en las proporciones adecuadas para la cuantificación de las muestras problema.

3.3.7.- AZUCARES SOLUBLES.

Los azúcares mayoritarios de la piña son glucosa, fructosa y sacarosa; la aplicación de diversos tratamientos tecnológicos para la obtención de sus derivados, zumos y néctares, puede hacer variar la composición e incluso dar lugar a la aparición de azúcares distintos a los propios de la fruta porque se añadan en alguna fase del proceso o porque acompañen como impurezas a los añadidos (glucosa, jarabe de glucosa, sacarosa).

La cuantificación de azúcares en frutas y derivados puede realizarse por métodos diversos: volumétricos, colorimétricos, enzimáticos y cromatográficos. (NORONHA DA SILVEIRA y col., 1981; SHAW, 1988; WROLSTAD Y SHALLENBERG, 1981).

Los métodos colorimétricos no permiten la identificación de los distintos azúcares, sino que proporcionan un valor total. (DELLA MONICA y col, 1974., OSBORNE Y VOOT, 1978; TING, 1956., VILLANUEVA y BARRAGAN, 1985).

El inconveniente de los métodos enzimáticos para el análisis de azúcares individuales, al igual que en el caso anterior, es la necesidad de usar Kits de reacción distintos para el análisis de cada azúcar. (RICHMOND y col, 1981).

Los distintos métodos cromatográficos incluyen la cromatografía en papel, capa fina (bueno en análisis cualitativo), capa fina seguida de densitometría (para el análisis cuantitativo), intercambio iónico, cromatografía de gases y cromatografía líquida. (BIERMANN y GINNIS, 1989).

Tanto la cromatografía gaseosa (CG) como la cromatografía líquida de alta eficacia (CLAE) permiten la cuantificación de los distintos azúcares presentes en una muestra en el mismo análisis.

La cromatografía gaseosa se ha aplicado al análisis de frutas y derivados, pero tiene el inconveniente de la necesidad de derivatizar la muestra , complicando el análisis. (FOLKES y CRANE, 1988; IVERSON y BUENO, 1981; KLINE y col., 1970; STEPAC y LIFSHITZ , 1972).

La cromatografía líquida, aplicada a estas mismas muestras, presenta más ventajas, al no necesitar derivatizar las muestras problema, requerir tiempos de análisis más cortos que en CG y ser un método de análisis no

destrutivo, ya que permite la recuperación de la muestra para análisis posteriores. (IVERSON y BUENO, 1981).

Este hecho queda confirmado en los diversos estudios comparativos realizados entre todos los métodos anteriormente mencionados (volumétricos, colorimétricos, enzimáticos y cromatográficos); la mayoría indican la cromatografía líquida de alta eficacia como mejor método de análisis de azúcares en frutas y derivados. (CHAN y KWOK, 1975; FOLKES y CRANE, 1988; HUNT y col., 1977; IVERSON y BUENO, 1981; WROLSTAD y SHALLENGER, 1981).

Los distintos investigadores consultados en la bibliografía coinciden al establecer las condiciones cromatográficas óptimas para el análisis de azúcares, así como en las diversas columnas de separación posibles; las más utilizadas son las columnas empaquetadas con sílice y ligadas con grupos amino, especialmente la denominada μ Bondapack/carbohydrate, por lo que ha sido la elegida para este estudio.

La fase móvil utilizada para este tipo de columna suele ser una mezcla de acetonitrilo / agua en proporciones que varían entre 75:25 y 95:5 (Cuadro 4).

Cuadro 4.- CONDICIONES DE CROMATOGRAFIA LIQUIDA APLICADAS AL ANALISIS DE AZUCARES EN FRUTAS Y DERIVADOS POR DIVERSOS AUTORES.

	<u>Columna</u>	<u>Fase móvil</u>	<u>Flujo</u> (ml/min)
BABSKY y col., 1986	μ -Bondapak carbohydrate	Acetonitrilo / H ₂ O 80 : 20	1.5
DeVRIES y col., 1979	μ -Bondapak carbohydrate ó Lichrosorb-NH ₃ ó PAC	Acetonitrilo / H ₂ O 65 - 85 : 35 - 15	1.5
DUDEK y col., 1985	μ -Bondapak carbohydrate	Acetonitrilo / H ₂ O 80 : 20	1.5
DUNMIRE y OTTO, 1979	μ -Bondapak carbohydrate	Acetonitrilo / H ₂ O 75 : 25	2.0
HUNT y col., 1977	Lichrosorb- SI	Acetonitrilo / H ₂ O 85 - 90 : 15 - 5	1 - 3
HURST y col., 1979	μ -Bondapak carbohydrate	Acetonitrilo / H ₂ O 80 : 20	2.0
IVERSON y BUENO, 1981	μ -Bondapak carbohydrate	Acetonitrilo / H ₂ O 80 : 20	2.0
LI y col., 1985	μ -Bondapak NH ₂	Acetonitrilo / H ₂ O 75 : 25	1.5 - 2.5
MATSUMOTO y col., 1983	μ -Bondapak carbohydrate	Acetonitrilo / H ₂ O 85 : 15	-
RICHMOND y col., 1981	2 col. empaquetadas	Aceton. / H ₂ O / etanol 80 : 15 : 5	1.8
WILSON y col., 1981	μ -Bondapak carbohydrate	Acetonitrilo / H ₂ O 75 : 25	1.8

Teniendo en cuenta los métodos mencionados anteriormente, la determinación de los azúcares en nuestras muestras se realizó por dos métodos:

- Colorimétrico de la Antrona: Nos permite evaluar el contenido total de azúcares solubles, expresando los resultados como % de glucosa. (OSBORNE y VOOGT, 1986)
- Cromatográfico: Cromatografía líquida de alta eficacia, que permite identificar y cuantificar los distintos azúcares solubles presentes en las muestras problema. (CAMARA, 1990; CANO, 1989).

La extracción de los azúcares de las muestras se realizó con metanol 80%, centrifugación, separación del sobrenadante y evaporación a vacío con posterior redisolución en agua destilada, como ya se indicó anteriormente en la preparativa de las muestras para el análisis de ácidos orgánicos (Esquema 2). (HURST y col., 1979; RICHMOND y col., 1981).

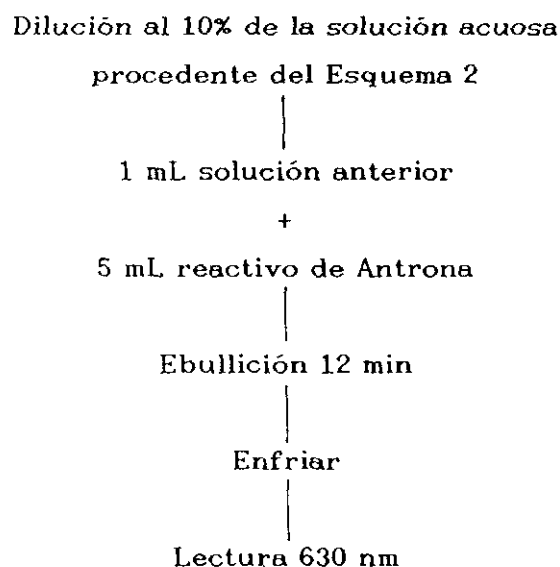
Distintas alícuotas de la solución acuosa fueron analizadas por los dos métodos indicados anteriormente.

3.3.7.1.- Método colorimétrico de la Antrona.

Se realizó una dilución del extracto acuoso de azúcares, al 10%, con agua destilada; posteriormente se mezcló con el reactivo de la antrona (0.1 % de antrona en sulfúrico al 72 %), se mantuvo en ebullición durante 12 min y tras enfriar se lee en el espectrofotómetro a 630 nm, según se describe en el Esquema 3.

Esquema 3.- DETERMINACION DE AZUCARES SOLUBLES

Método Colorimétrico : Antrona



La cuantificación de los azúcares presentes en las muestras se realizó por comparación de las absorbancias obtenidas con un patrón de 0.1 mg de glucosa / mL.

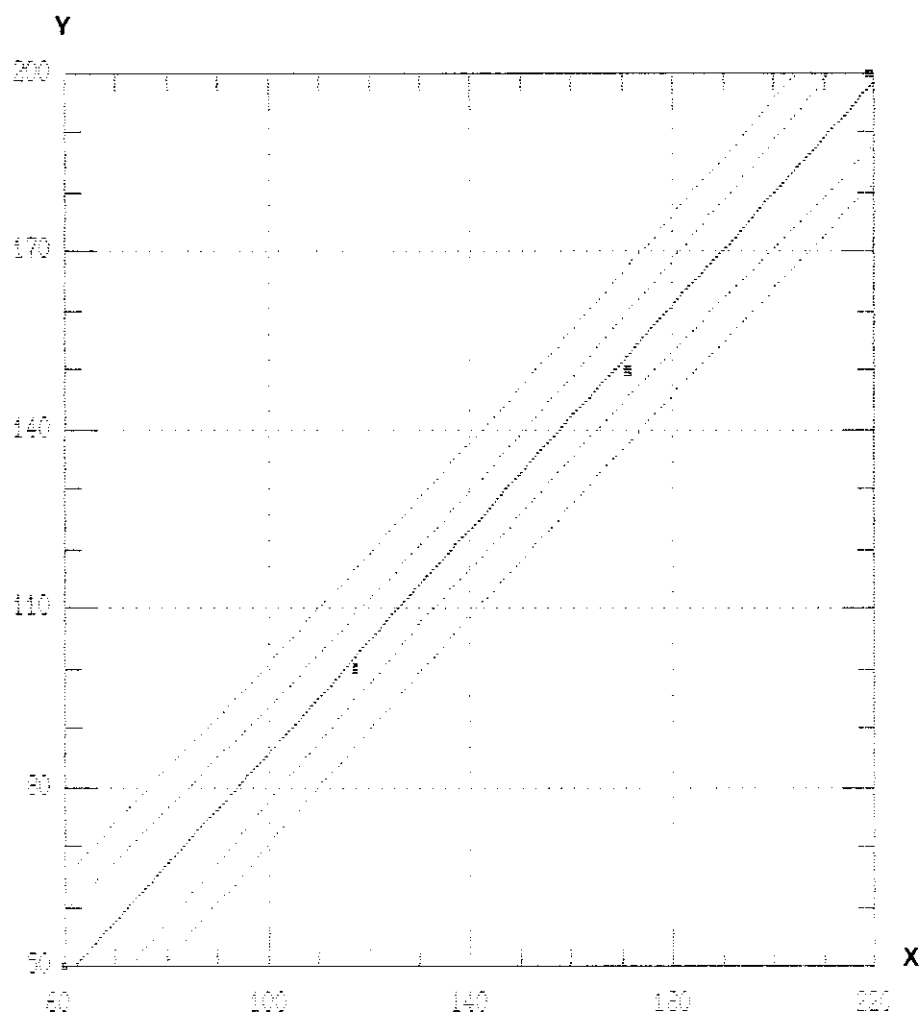
3.3.7.1.1.- Estudio del método.

- Curvas de linealidad.

Se realizaron disoluciones patrón de cada azúcar en concentración final entre 50 - 200 $\mu\text{g/mL}$, obteniéndose las Gráficas 1, 2, 3 y 4 correspondientes a los azúcares: Fructosa , glucosa, sacarosa y maltosa; donde Y representa la concentración calculada y X la concentración real.

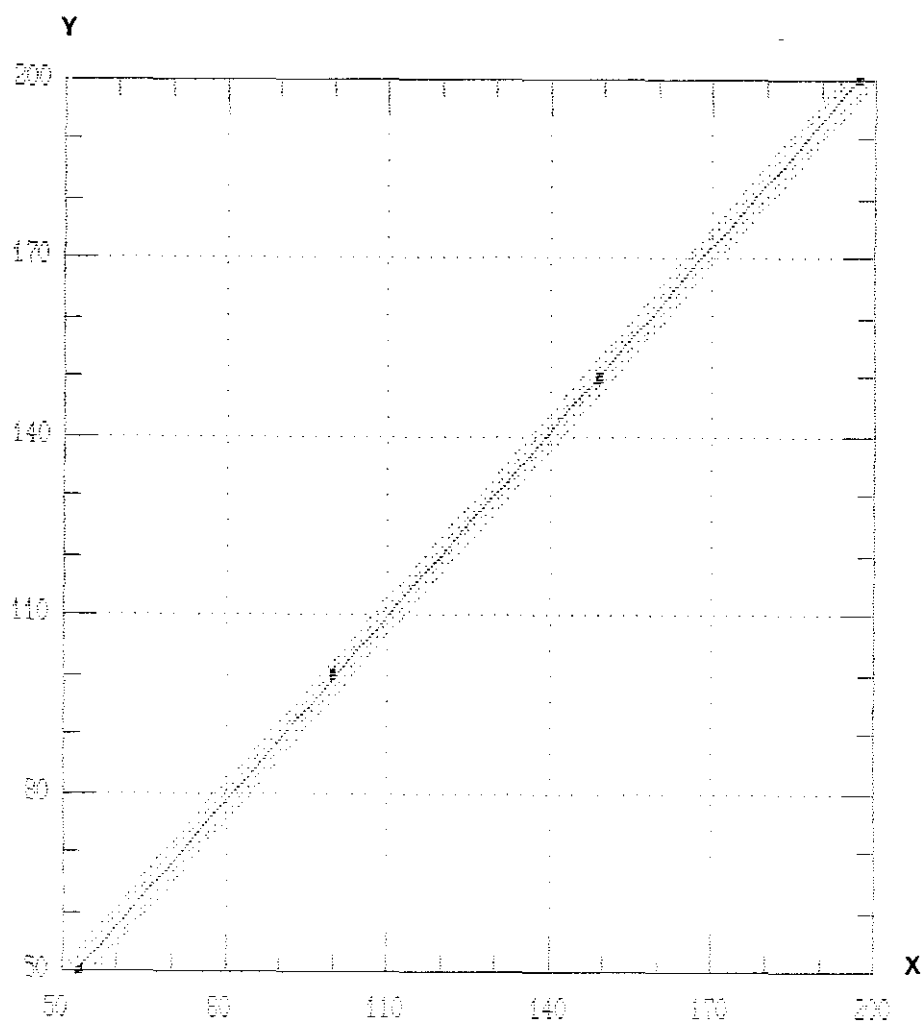
Los coeficientes de correlación obtenidos, todos ellos muy próximos a la unidad, indican que la cuantificación de los distintos azúcares como contenido en glucosa es correcta, lo que permite cuantificar el contenido en azúcares solubles de nuestras muestras, expresando los resultados en este monosacárido.

Gráfica 1.- Curva de linealidad de Fructosa.
(Método colorimétrico de la Antrona)



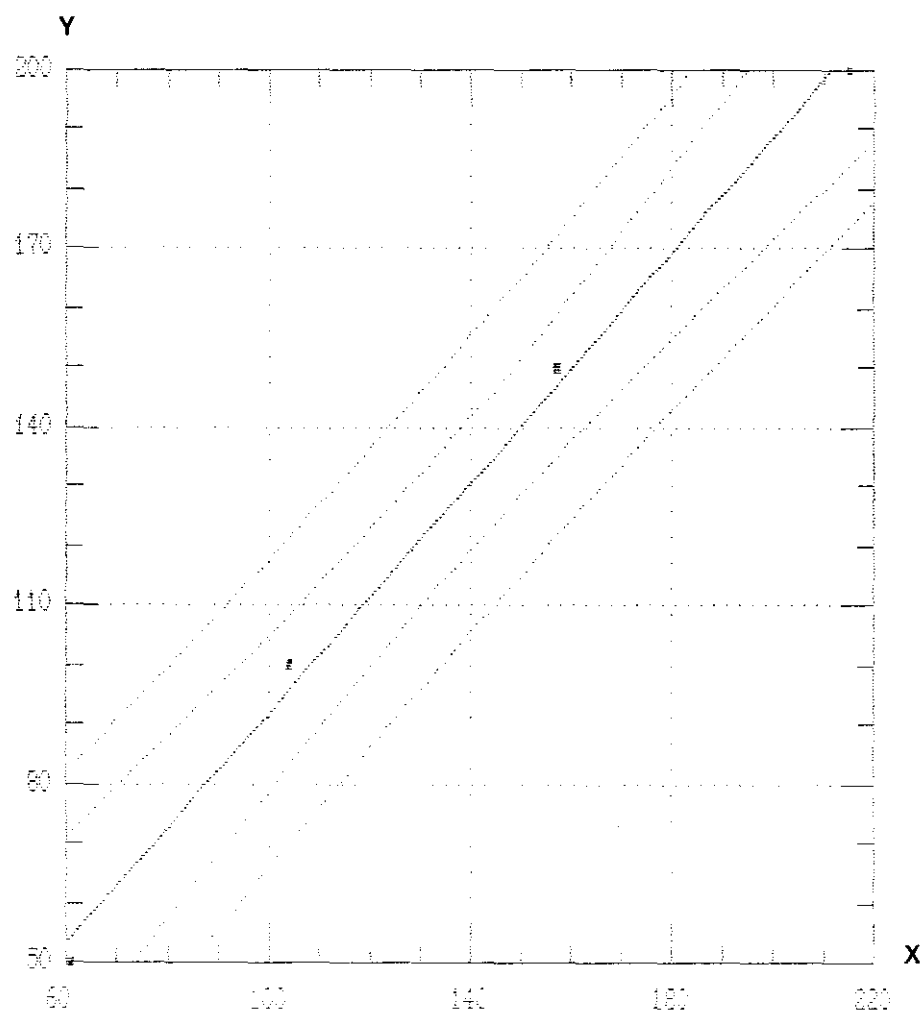
$$Y = 0.108 X + 6.086 \quad r = 0.9991$$

Gráfica 2.- Curva de linealidad de Glucosa.
(Método colorimétrico de la Antrona)



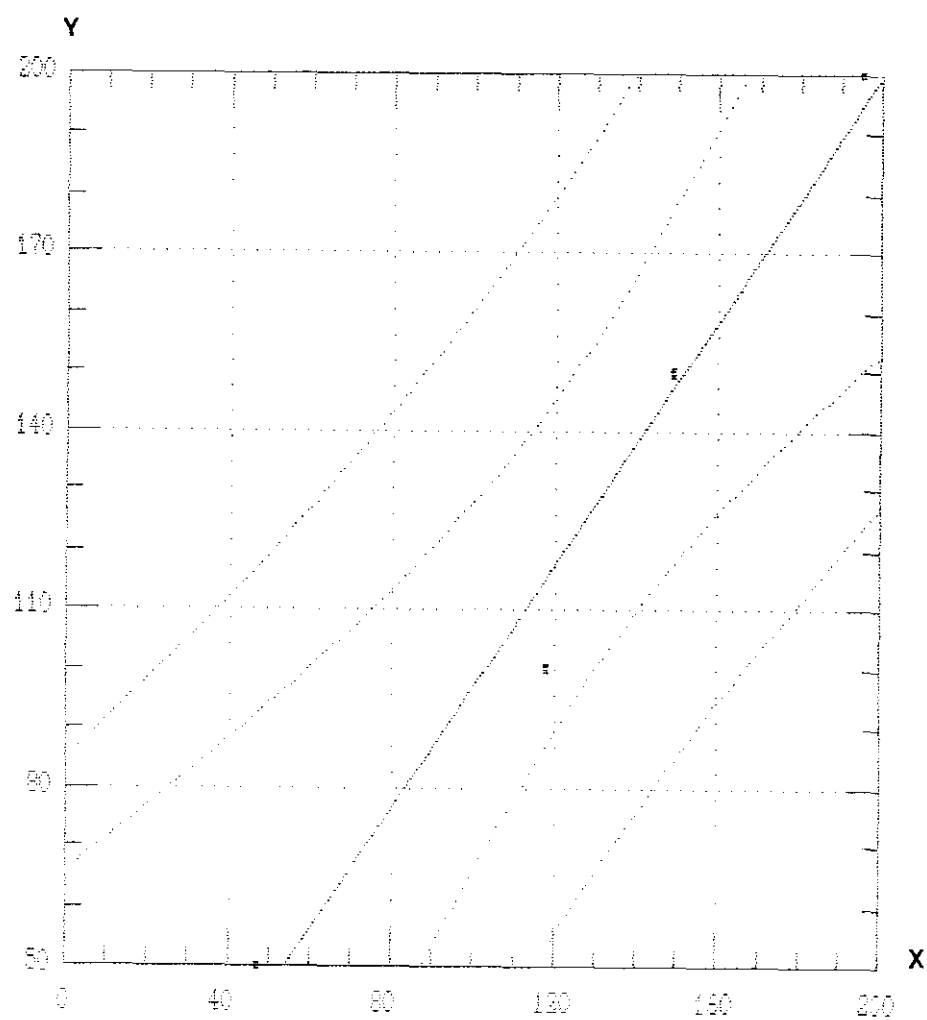
$$Y = 0.098 X + 5.448 \quad r = 0.9998$$

Gráfica 3.- Curva de linealidad de Sacarosa.
(Método colorimétrico de la Antrona)



$$Y = 0.100 X + 5.846 \quad r = 0.9989$$

Gráfica 4.- Curva de linealidad de Maltosa.
(Método colorimétrico de la Antrona)



$$Y = 0.106 X + 5.468 \quad r = 0.9927$$

- Ensayos de exactitud .

Se han realizado pruebas de recuperación de soluciones patrón adicionadas a las muestras. Los porcentajes de recuperación obtenidos para distintas mezclas de los azúcares adicionados a la muestra problema son muy próximos al 100%, y sus coeficientes de variación menores del 5%. Esto nos indica que no existen interferencias en la muestra problema que induzcan a error en el método analítico empleado.

Tabla 9.- Ensayos de exactitud del método de la Antrona.
(g de azúcar)

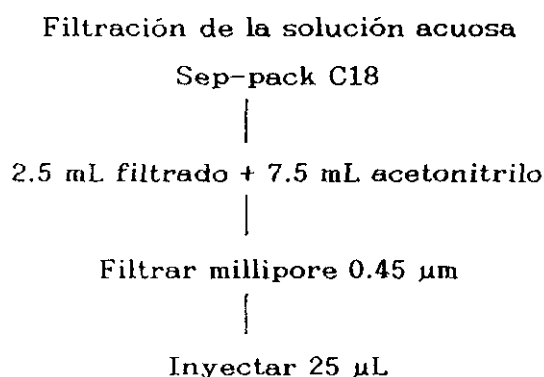
<u>C. inicial</u>	<u>C. añadida</u>	<u>C. encontrada</u>	<u>----% Recuperación -----</u>	
X ± DE		X ± DE	X ± DE	CV
0.772 ± 0.009	Total: 0.475	1.269 ± 0.011	104.631 ± 2.382	0.016
	Total: 0.350	1.121 ± 0.014	99.714 ± 4.040	0.028
Total: 0.475	F: 0.200			
	G: 0.050			
	S: 0.200			
	M: 0.025			
Total: 0.350	f: 0.050			
	G: 0.100			
	S: 0.100			
	M: 0.100			

3.3.7.2.- Método cromatográfico (CLAE).

Se procede a la filtración de 2.5 mL de la solución acuosa de azúcares a través de Sep-pack C18; a continuación se mezcla con acetonitrilo (7.5 mL) para obtener la misma proporción que en la fase móvil (75 : 25); por último se filtra por filtro millipore 0.45 μm , antes de inyectar 25 μL en el cromatógrafo. (Esquema 4). (WILSON y col., 1981).

Esquema 4.- DETERMINACION DE AZUCARES SOLUBLES

Método Cromatográfico: CLAE



El equipo utilizado fue un cromatógrafo líquido Waters que consta de:

- Bomba: Mod. 6000 A.
- Inyector : Mod. U6K
- Columna: μ Bondapak / carbohydrate analysis.
- Detector: Refractómetro, mod. R 401.

- Integrador: Data module, mod. 745

Las condiciones cromatográficas aplicadas al análisis de nuestras muestras fueron las siguientes:

- Fase móvil: Acetonitrilo / agua (75:25)
- Flujo : 0.9 mL / min.
- Temperatura ambiente.

La cuantificación de los picos correspondientes a los distintos azúcares presentes en las muestras se llevó a cabo mediante comparación de áreas, por el método de patrón externo, utilizando como patrón una mezcla de los azúcares: fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa, en las proporciones adecuadas para la cuantificación de las muestras problema.

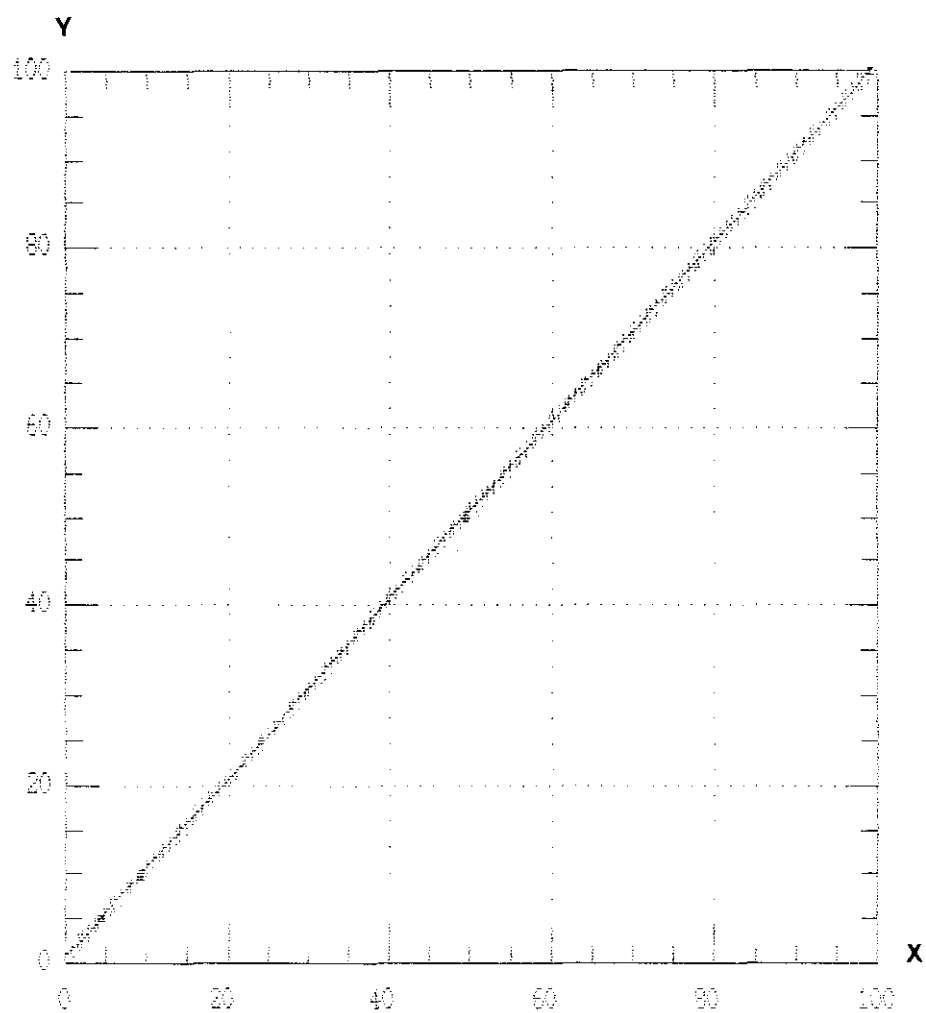
3.3.7.2.1.- Estudio del método.

Para evaluar los métodos analíticos y condiciones empleadas se han realizado diversos ensayos con los distintos azúcares encontrados en las muestras (fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa).

- Curvas de linealidad.

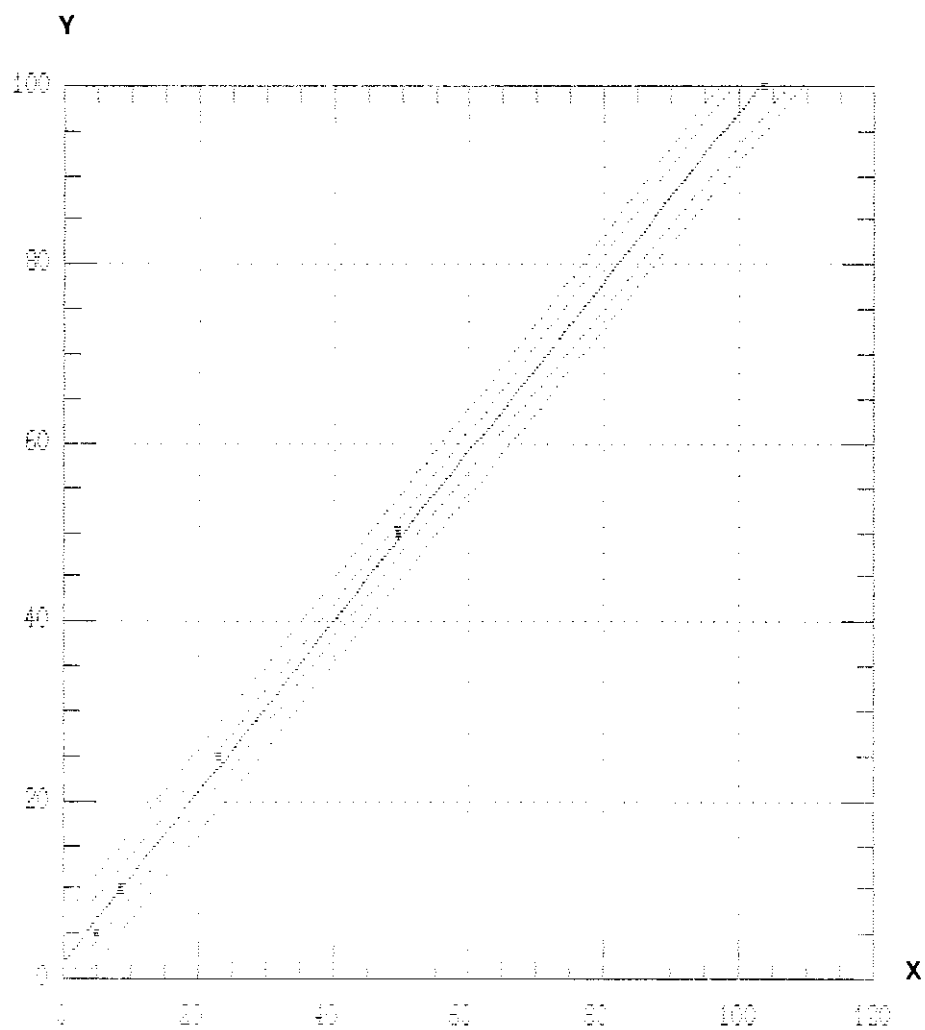
Se realizaron disoluciones patrón de cada azúcar en concentraciones finales entre 5 - 100 $\mu\text{g/mL}$, obteniéndose las Gráficas 5, 6, 7 y 8 correspondientes a los azúcares: Fructosa, glucosa y sacarosa respectivamente, donde Y representa la concentración calculada y X la concentración real.

Gráfica 5.- Curva de linealidad de Fructosa.
(Método cromatográfico CLAE)



$$Y = 0.998 X - 0.707 \quad r = 0.9999$$

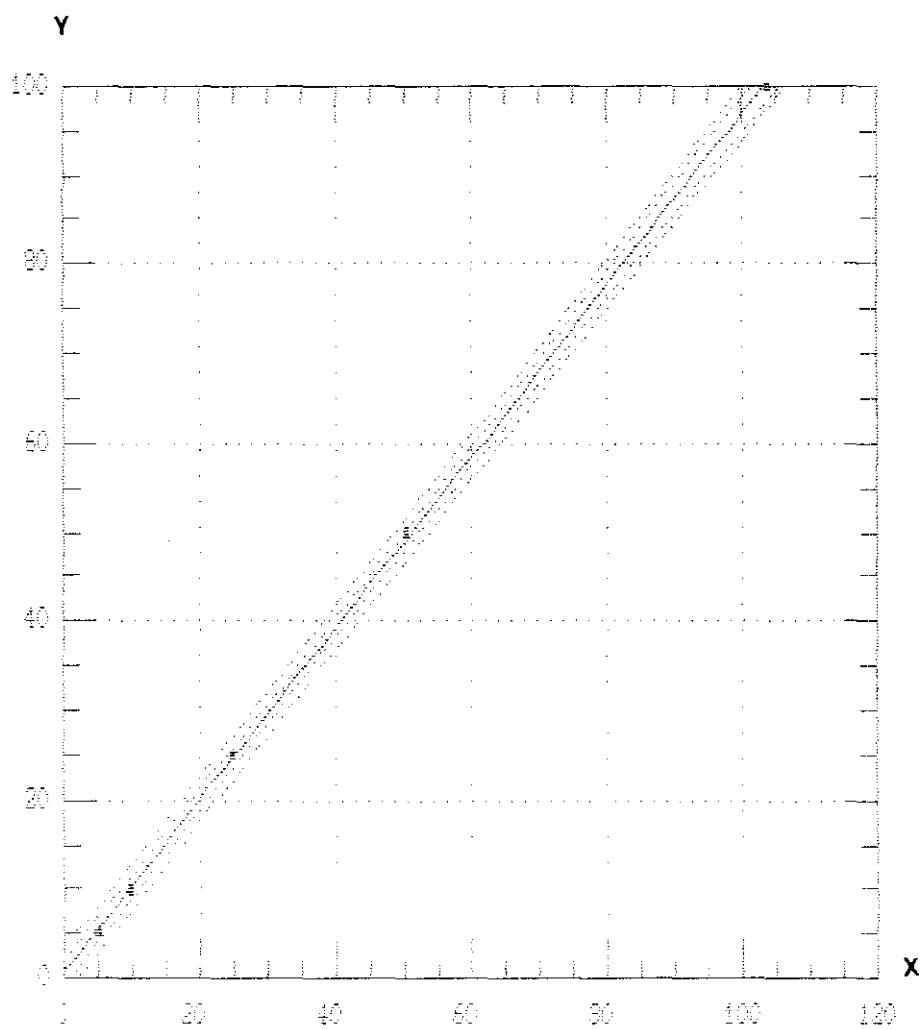
Gráfica 6.- Curva de linealidad de Glucosa.
(Método cromatográfico CLAE)



$$Y = 0.970 X - 0.822 \quad r = 0.9998$$

Gráfica 7.- Curva de linealidad de Sacarosa.

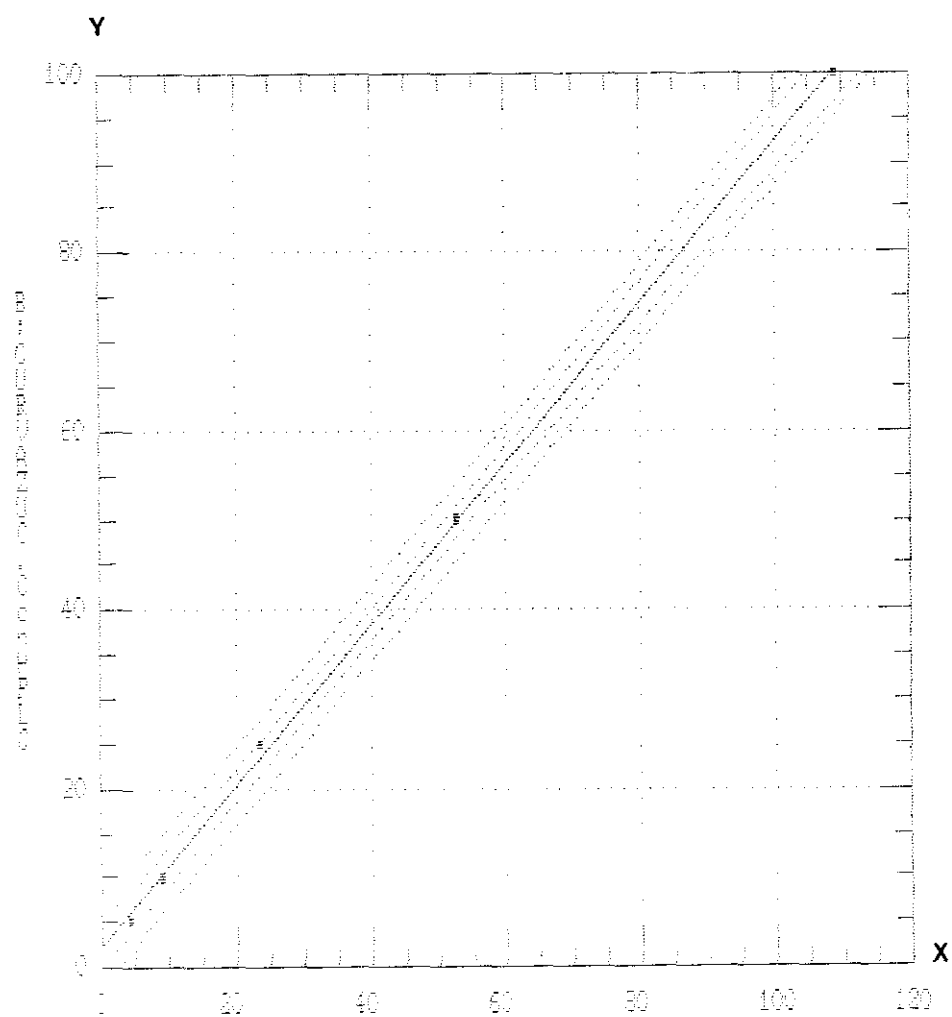
(Método cromatográfico CLAE)



$$Y = 1.039 X - 0.754 \quad r = 0.9998$$

Gráfica 8.- Curva de linealidad de Maltosa.

(Método cromatográfico CLAE)



$$Y = 1.119 X - 3.283 \quad r = 0.9997$$

- Ensayos de exactitud.

Los datos obtenidos de las pruebas de recuperación de soluciones patrón adicionadas a las muestras se recogen en la Tabla 10. Del conjunto de los resultados obtenidos deducimos que este método es adecuado para cuantificar de forma individual los azúcares de la piña y sus derivados.

Tabla 10.- Ensayos de exactitud del método de CLAE.
(g de azúcar)

	<u>C. inicial</u>	<u>C. añadida</u>	<u>C. encontrada</u>	<u>-----% Recuperación -----</u>	
	X ± DE		X ± DE	X ± DE	CV
<u>Fructosa</u>					
	0.121 ± 0.001	0.025	0.148 ± 0.002	107.000 ± 7.071	0.046
		0.100	0.214 ± 0.004	93.175 ± 4.490	0.034
<u>Glucosa</u>					
	0.100 ± 0.002	0.100	0.195 ± 0.001	94.500 ± 0.707	0.005
		0.300	0.373 ± 0.001	91.000 ± 0.472	0.004
<u>Sacarosa</u>					
	0.153 ± 0.003	0.200	0.360 ± 0.006	103.667 ± 2.843	0.022
		0.050	0.206 ± 0.003	106.500 ± 6.364	0.042
<u>Maltosa</u>					
	0.018 ± 0.032	0.050	0.066 ± 0.001	96.600 ± 1.980	0.014
		0.100	0.119 ± 0.001	101.000 ± 1.414	0.010

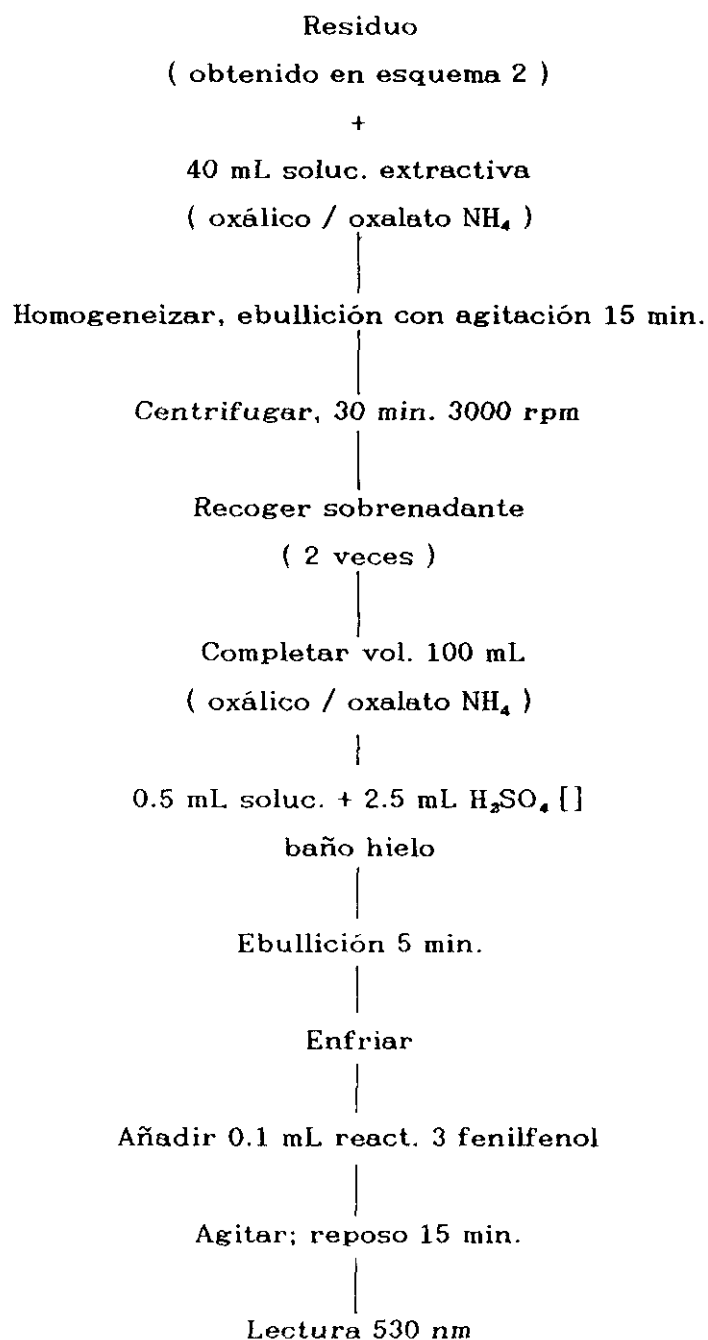
3.3.8.- SUSTANCIAS PECTICAS.

Se ha aplicado el método colorimétrico del 3-fenilfenol (BLUMENKRANTZ y ASBOE-HANSEN, 1973), basado en la formación de un complejo coloreado al reaccionar los ácidos urónicos, que forman la estructura fundamental de las sustancias pécticas, con el reactivo de color (0.15% de 3-fenilfenol en NaOH al 5%).

Se ha elegido este reactivo de color por ser el que menos interferencias presenta con los posibles azúcares de las muestras. (KINTER y VAN BUREN, 1982).

La obtención del compuesto coloreado se lleva a cabo a partir del residuo obtenido tras la separación de los azúcares solubles y ácidos orgánicos de las muestras, como se indicó en el Esquema 2.

El residuo se trata en agitación y en caliente con una solución extractiva de ácido oxálico / oxalato amónico, al 0.125% cada uno, a continuación se centrifuga durante 30 min a 3000 rpm y se recoge el sobrenadante; esta operación se realiza dos veces. Se completa a 100 mL el volumen de los sobrenadantes recogidos con la solución extractiva. Se toman 0.5 mL de la disolución obtenida a partir de los sobrenadantes y se adicionan 2.5 mL de H_2SO_4 concentrado, situando los tubos en baño de hielo. Posteriormente se llevan a ebullición 5 min, y una vez enfriados se les adiciona 0.1 mL de reactivo 3-fenilfenol y se agita; tras 15 min de reposo se realiza su lectura al espectrofotómetro a 530 nm. (Esquema 5)

Esquema 5.- DETERMINACION DE SUSTANCIAS PECTICAS**Método 3 fenilfenol**

3.3.8.1. – Ensayos del método.

Los diversos autores consultados establecen una serie de variantes en la aplicación de este método, dependiendo de la muestra a analizar.

Para establecer las condiciones óptimas aplicables al análisis de nuestras muestras se realizaron diversos ensayos previos:

- Adición de tetraborato sódico al sulfúrico concentrado, para evaluar su influencia en la estabilidad del complejo coloreado formado con el reactivo de color.

Dado que la intensidad de este complejo no se vió influenciada por la adición del tetraborato, se consideró más conveniente no utilizarlo en el muestreo definitivo.

- Estudio de la cantidad óptima de reactivo de color óptima para el desarrollo del complejo coloreado. BLUMENKRANTZ y col., (1973) establecen una relación cantidad de muestra / H_2SO_4 concentrado de 1:5 ó 0.5:2.5, si bien las cantidades de reactivo de color a añadir son más variables, para evaluar su influencia se ensayaron las siguientes condiciones:

<u>mL soluc. problema</u>	<u>mL H_2SO_4 []</u>	<u>mL react. color</u>
1	5	1
		0.5
		0.1
0.5	2.5	0.5
		0.1
		0.05

- Curvas de linealidad.

De las distintas condiciones ensayadas se escogió la proporción:
0.5 / 2.5 / 0.1 (solución problema / H_2SO_4 / reactivo de color).
por ser aquella en la que las muestras analizadas y los patrones
considerados mostraban un comportamiento más homogéneo.

El contenido en sustancias pécticas de las muestras analizadas se
expresa como g de ácido galacturónico %, y se calcula a partir del valor
obtenido por comparación con la curva patrón de ácido galacturónico,
teniendo en cuenta las diluciones efectuadas.

La curva patrón de ácido galacturónico se realiza aplicando el mismo
esquema 5 a disoluciones patrón de concentración final comprendida
entre 10 y 100 $\mu\text{g} / \text{mL}$.

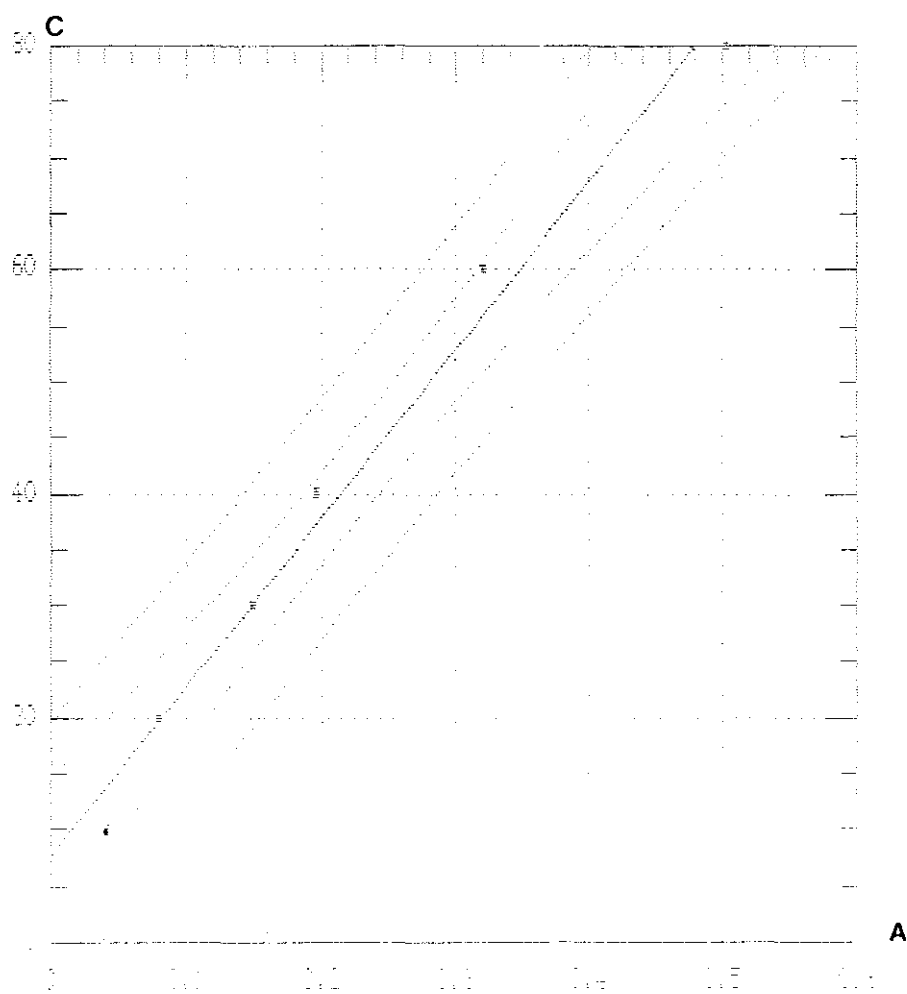
La ecuación de la curva patrón aplicada en el análisis de las muestras se
muestra en la Gráfica 9, donde:

C = $\mu\text{g}/\text{mL}$ de ácido galacturónico

A = Absorbancia

r = coeficiente de correlación

**Gráfica 9.- Curva de linealidad del ácido galacturónico.
(Método 3 fenilfenol)**



$$C = 150.753 A + 7.61318$$

$$r = 0.9923$$

3.3.9.— FIBRA NEUTRO DETERGENTE.

La determinación de fibra neutro detergente se ha aplicado únicamente a las piñas frescas.

Se pesan 5 g de pulpa de piña fresca, se añaden 100 mL de la solución detergente (Laurilsulfatosódico, pH 6,9 - 7.1), sulfito sódico y perlas de vidrio, llevándose a ebullición a reflujo durante 60 min.

El contenido del matraz se filtra a través de un crisol, previamente calcinado y pesado, al que se ha añadido lana de vidrio como coadyuvante de la filtración, que se realiza con ayuda de vacío.

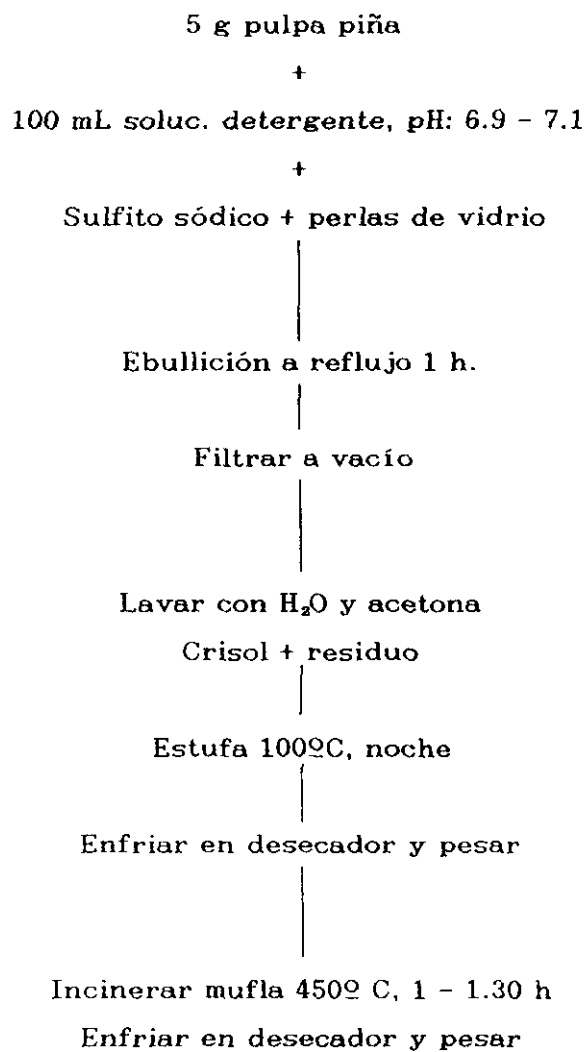
Se lava el matraz con agua caliente y se añaden sobre el crisol los líquidos de lavado, y por último se lava el residuo con acetona.

El crisol con el residuo se lleva a estufa a 100 °C y se deja toda la noche.

Una vez desecado y pesado se incinera en mufla a 450 °C, se enfría y pesa nuevamente.

El desarrollo del proceso se muestra en el Esquema 6.

Esquema 6.- DETERMINACION DE FIBRA NEUTRO DETERGENTE



El contenido de fibra neutro detergente (celulosa, hemicelulosa y lignina) de la piña natural se obtiene mediante la diferencia de peso entre el residuo y sus cenizas.

3.3.10.— INDICE DE FORMOL.

Se lleva a cabo la determinación, con NaOH 0.1 N, de la acidez de los compuestos formados por reacción del formaldehído con los alfa-aminoácidos. El punto final de la reacción se determina por potenciometría (pH = 8.1).

$$IF = V.f.100 / V'$$

IF = Índice de formol.

V = mL NaOH 0.1 N empleados en la determinación.

f = Factor de NaOH 0.1 N

V' = Volumen de muestra analizada

Para el análisis de las muestras de piña fresca y concentrado se realizó una dilución previa al 10%. (ORDEN del 29 de enero de 1988).

3.3.11.— PROTEINAS.

La determinación de proteínas totales en el muestreo definitivo solamente se ha realizado en las muestras de pulpa de piña fresca, ya que en zumos y néctares no se encontraron valores significativos.

El método analítico utilizado ha sido el método de Kjeldhal.

La destrucción de la materia orgánica se realizó mediante digestión con sulfúrico concentrado y mezcla catalizadora de K_2SO_4 / $CuSO_4$, 15 : 0.5;

una vez destruida la materia orgánica se realizó la destilación recogiendo sobre H_2SO_4 0.1 N , en presencia de Shiro-Tashiro como indicador y posterior valoración del sulfúrico en exceso con NaOH 0.1 N.

Como factor de conversión del nitrógeno total en proteína se utiliza el factor 6.25.(m. 920.152 AOAC, 1990).

3.3.12.— VITAMINA C.

Las frutas y sus derivados son, junto a las verduras, la fuente natural de vitamina C.

Por su importante papel en la nutrición humana y dado que el ácido ascórbico no contribuye sustancialmente a la acidez total del producto, hemos considerado de interés su determinación específica e individual con el fin de darle entidad propia.

La vitamina C se ha determinado en frutas y derivados por métodos muy diversos, basados en su acción reductora y en la facilidad para formar compuestos coloreados:

- Métodos volumétricos: Pueden realizarse mediante la utilización de diversos agentes valorantes; tienen el inconveniente de necesitar concentraciones elevadas de la vitamina, en la muestra a analizar, para conseguir buenos resultados. (WILSON y SHAW, 1987).

- Métodos colorimétricos: Al igual que en el caso de los métodos volumétricos existen diversos reactivos de color y condiciones espectrofotométricas a aplicar; estos métodos pueden dar problemas por interferencias de sustancias presentes en la muestra problema. (CHAN

y col., 1975; DIAZ y col., 1987; FRIGOLA y BOSCH, 1988; FUNG y LUK, 1985; MURALIKSHNA y MURTY, 1989; RAMOS y col., 1989).

- Métodos cromatográficos: Dentro de los métodos cromatográficos, si bien algunos autores aplican la cromatografía gaseosa para la determinación de vitamina C en frutas y derivados (SCHLACK, 1974), la mayoría prefieren la aplicación de la cromatografía líquida de alta eficacia, utilizando diversos sistemas de detección: ultravioleta, fluorescencia ...

(AGUSTIN y col., 1981; ASHOOR y col., 1984; FISHER Y ROUSEFF, 1986; KALEM y col., 1986; RAMOS y col., 1989; SHAW y WILSON, 1982; SOOD y col., 1976; VAN NIEKER, 1988; WILLS y col., 1984; WILSON Y SHAW, 1987).

- Método fluorimétrico: Por este método se determina la vitamina C total (ácido ascórbico y dehidroascórbico). (BRUBACHER, 1985; WOODS y AURAND, 1977).

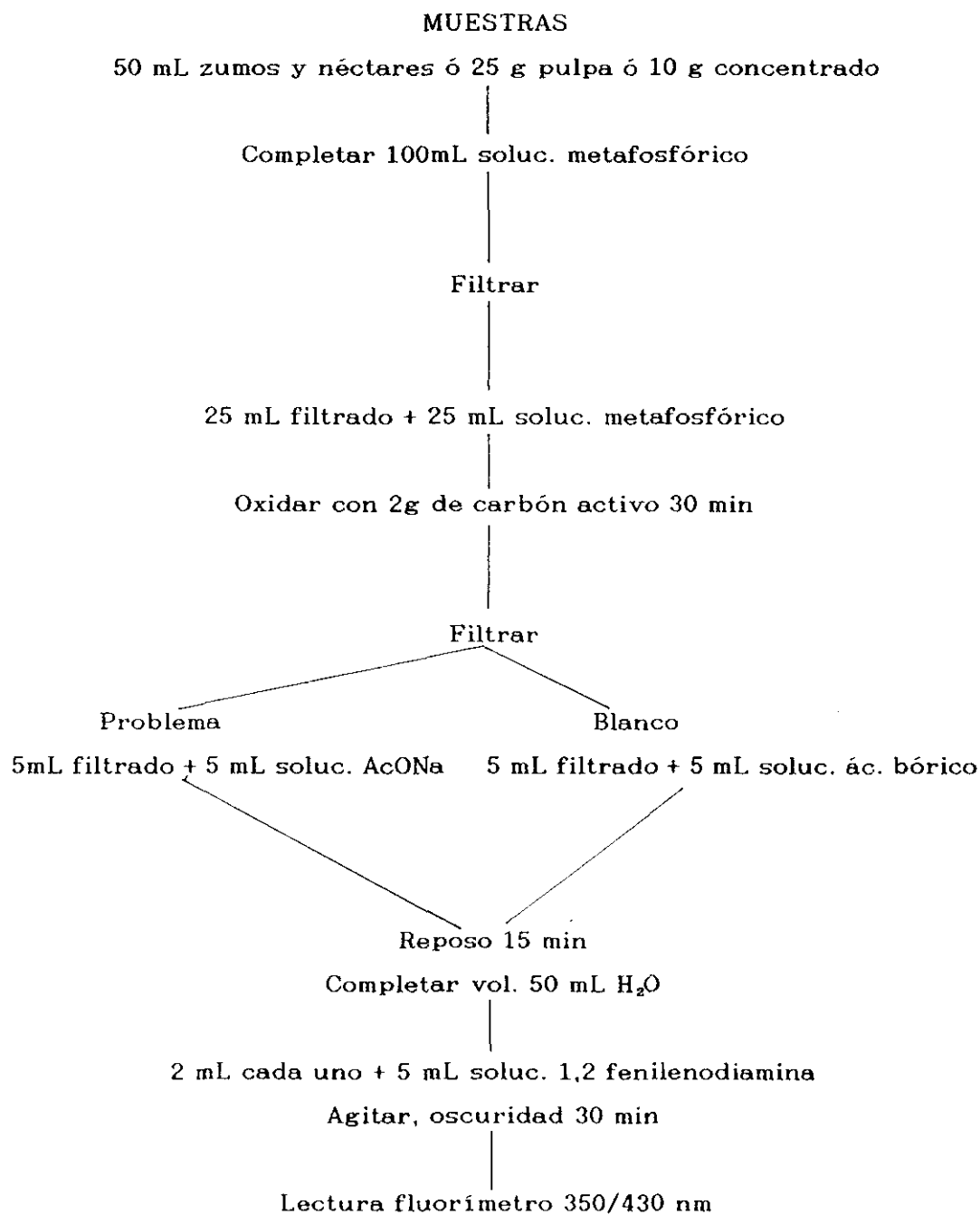
Este método ha sido el escogido para el análisis de las muestras objeto de nuestro estudio. Dado que la vitamina C se altera fácilmente por el oxígeno atmosférico, esta determinación ha sido la primera realizada una vez abiertos los envases.

El método fluorimétrico utilizado se basa en la determinación del ácido dehidroascórbico total, producido por la oxidación con carbón activo del ácido ascórbico presente en la muestra y extraído con metáfosfórico en medio ácido (30 g m-fosfórico + 80 mL acético en 1L de agua).

La reacción posterior del ácido dehidroascórbico con la 1,2 fenilenodiamina (40 mg fenilenodiamina en 100 mL agua), produce un derivado fluorescente de quinoxalina, cuya intensidad se mide en el espectrofluorímetro a λ 350 \wedge 430 nm.

Para evitar interferencias se realiza un blanco para cada punto de la curva patrón y muestra, sustituyendo la solución buffer de acetato sódico (acetato sódico al 50% en agua) por solución de ácido bórico (3g de ácido bórico disueltos en 100 mL de la solución buffer de acetato sódico), con el fin de bloquear la reacción del ácido dehidroascórbico con la 1,2 - fenilenodiamina. (Esquema 7)

Esquema 7.- DETERMINACION DE VITAMINA C

Método fluorimétrico

3.3.12.1.- Estudio del método.

- Curvas de linealidad.

El contenido de vitamina C de las muestras problema se expresa en mg de ácido ascórbico por 100 g ó 100 mL, según corresponda, y se obtiene por comparación con las lecturas obtenidas de disoluciones patrón de ácido ascórbico, en concentraciones finales entre 1.5 y 25 $\mu\text{g} / \text{mL}$, a las que se sometido al mismo tratamiento que a la muestra problema, excepto la extracción con metafosfórico, obteniéndose la curva representada en la Gráfica 10, donde:

$C = \mu\text{g}/\text{mL}$ de ácido ascórbico

$A =$ señal de fluorescencia

$r =$ coeficiente de correlación

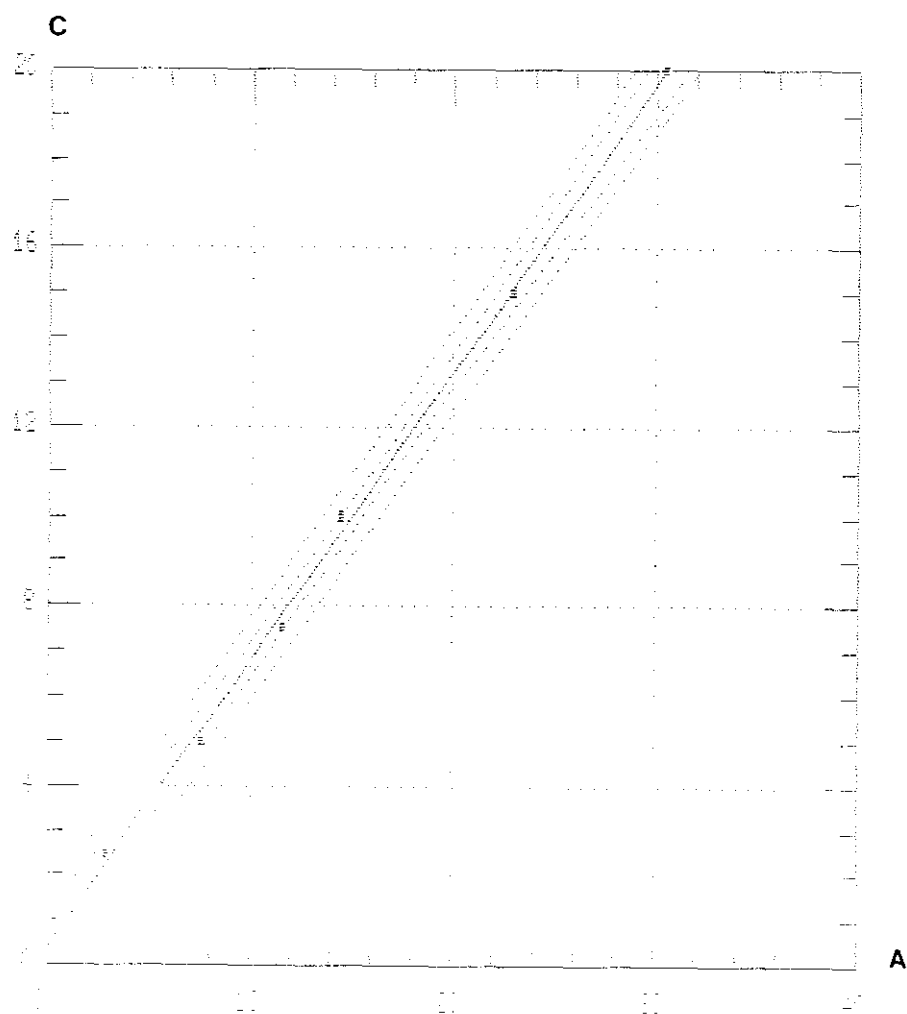
- Ensayos de exactitud.

La exactitud del método se determina calculando los % de recuperación obtenidos sobre una muestra comercial a la que se han adicionado cantidades crecientes de ácido ascórbico patrón como se indica en la Tabla 11.

Al igual que en casos anteriores, al estudiar los coeficientes de correlación y los porcentajes de recuperación obtenidos, comprobamos que éste método es adecuado para la cuantificación de vitamina C en nuestras muestras.

Se observa una disminución del porcentaje de recuperación al aumentar la concentración de vitamina C.

Gráfica 10.- Curva de linealidad del ácido ascórbico.
(Método fluorimétrico)



$$C = 0.642868 A + 0.36239$$

$$r = 0.9991$$

Tabla 11.-Ensayos de exactitud: Pruebas de recuperación de Vitamina C.

<u>C. inicial</u>	<u>C. añadida</u>	<u>C.encontrada</u>	<u>----% Recuperación</u>	<u>-----</u>
X ± DE		X ± DE	X ± DE	CV
	10	13.455 ± 1.244	103.557 ± 2.448	0.085
4.860 ± 0.117	20	24.415 ± 0.332	97.777 ± 1.658	0.012
	25	28.506 ± 2.015	94.583 ± 8.062	0.060

3.3.13.- CENIZAS.

Se obtienen por incineración de la muestra a menos de 450° C en mufla, previa evaporación en baño-maría y posterior desecación en estufa.
(m. 22.027 AOAC, 1984).

3.3.14.- ALCALINIDAD DE LAS CENIZAS.

Se determina mediante valoración volumétrica por retroceso , disolviendo las cenizas en 10 mL de H_2SO_4 0.1 N en caliente (ebullición 15 min), y valorando el exceso de ácido con NaOH 0.1 N y M.N como indicador.

Los resultados se expresan en g de carbonato potásico por 100 g ó 100 mL de muestra, según la fórmula siguiente:

$$\text{Alcalinidad de cenizas} = 0.691 (10 f - V f') / P$$

V = mL de NaOH 0.1 N.

P = peso ó volumen de muestra .

(m. 22.028 A.O.A.C, 1984; MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION, 1986)

3.3.15.— ELEMENTOS MINERALES.

Con el fin de caracterizar lo más completamente posible la fracción mineral de nuestras muestras se han determinado 5 macroelementos: sodio, potasio, calcio, magnesio y fósforo y 4 microelementos: cobre , hierro, manganeso y zinc.

De los diferentes métodos de determinación de elementos minerales , se ha utilizado la espectroscopía de absorción atómica para todos los elementos excepto para el fósforo, que se determinó por espectrofotometría.

3.3.15.1.— Método de absorción atómica.

De los distintos métodos utilizables en el pretratamiento químico de la muestra, digestión por vía húmeda (MARTINEZ PARA y col.,1983; McHARD y col, 1976; SOULIS y col, 1989) o mineralización por vía seca, para la realización de este trabajo se ha escogido el método de incineración (vía seca) a temperatura inferior a 450 °C en mufla y posterior recogida de las cenizas con mezcla ácida HCl - HNO₃, por considerar que es un método adecuado para el análisis de nuestras muestras. (A.O.A.C. 1990; FALCON y col.,1983; GARCIA CASTRO y col., 1990; ISAAC y col., 1975; JIMENEZ y col., 1984, ; TORIJA,1981).

La espectroscopía de absorción atómica es el método de elección para la determinación de elementos minerales en alimentos por sus diversas

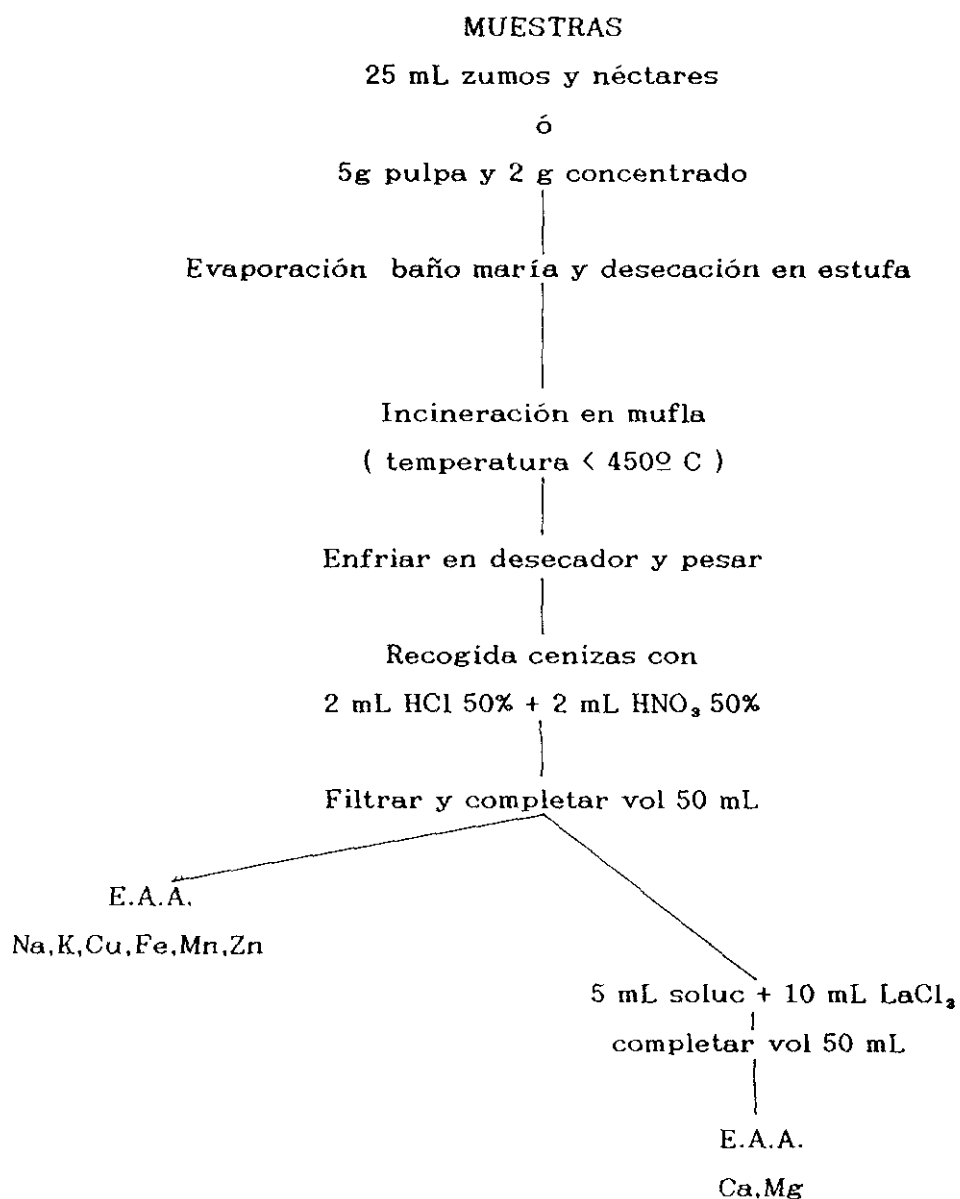
ventajas: rapidez, exactitud, precisión y especificidad, como muestran los diversos autores anteriormente citados.

En este estudio se ha utilizado un espectrofotómetro Perkin - Elmer mod. 2280 . Como fuente de emisión se utilizaron lámparas de cátodo hueco con intensidades de: 12 mA para el Na y K; 25 mA para Cu, Fe, Mn, Zn y 15 mA para el Ca y Mg; y como fuente de excitación una llama de aire - acetileno de carácter oxidante.

Para la realización de curvas de calibrado se ha partido de soluciones estandar de 1000 ppm. Para el análisis de Ca y Mg se adicionó cloruro de lantano a la disolución final de medida, con el fin de evitar interferencias.

El desarrollo del tratamiento aplicado a las muestras problema se recoge en el esquema 8.

Esquema 8.- DETERMINACION DE ELEMENTOS MINERALES



Los parámetros instrumentales han sido fijados en ensayos preliminares eligiendo la condiciones que se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5.- PARAMETROS INSTRUMENTALES APLICADOS A LA DETERMINACION DE ELEMENTOS MINERALES POR ESPECTROSCOPIA DE ABSORCION ATOMICA.

Parámetros óptimos para macroelementos:

	Na	K	Ca	Mg
Longitud de onda. (nm)	330.2	404.7	423.0	285.4
Posición de rendija.	0.7	0.7	0.7	0.7

Parámetros óptimos para macroelementos:

	Cu	Fe	Mn	Zn
Longitud de onda. (nm)	324.9	248.4	279.8	214.07
Posición de rendija.	0.7	0.2	0.2	0.7

3.3.15.1.1.- Estudio del método.

- Ensayos de exactitud.

Para comprobar si el método elegido era el adecuado, se realizaron pruebas de recuperación adicionando distintas cantidades de cada elemento a la muestra. (Tabla 12)

Igual que en casos anteriores podemos ver que los porcentajes de recuperación obtenidos indican que este método es adecuado para la determinación de los elementos minerales en la piña y sus derivados.

Tabla 12.- Ensayos de exactitud: pruebas de recuperación de elementos minerales.

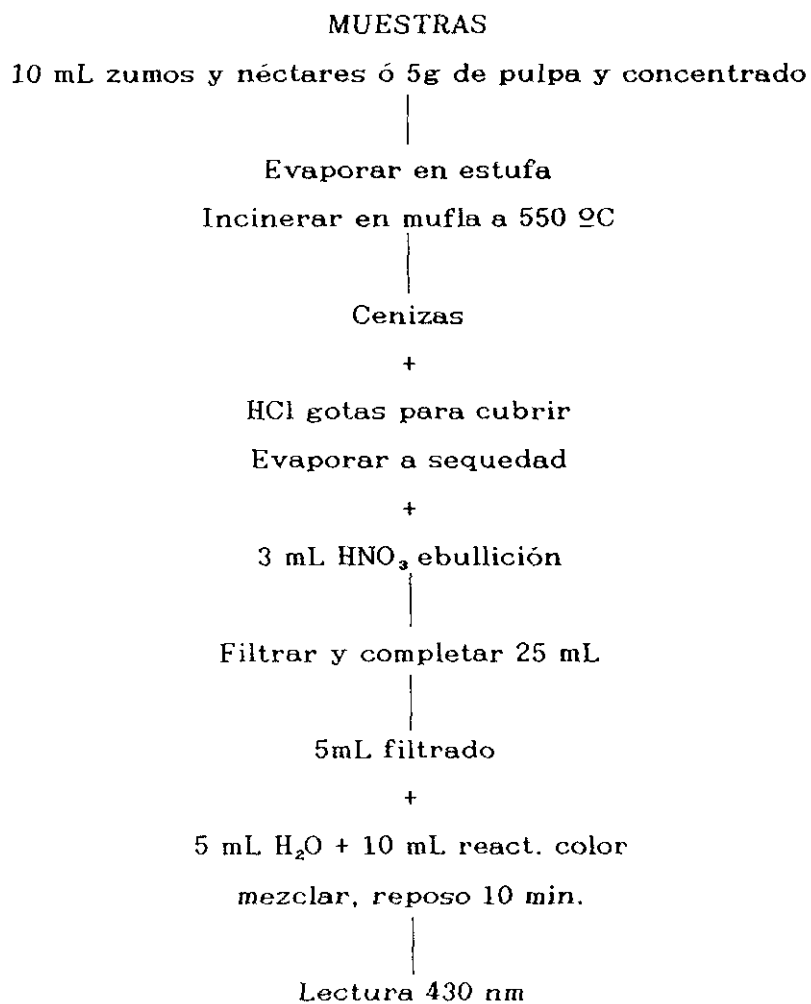
	<u>C. inicial</u>	<u>C. añadida</u>	<u>C. encontrada</u>	<u>----% Recuperación -----</u>	
	X ± DE		X ± DE	X ± DE	CV
Na	14.500 ± 0.707	10	24.715 ± 0.403	102.150 ± 4.030	0.028
		20	33.807 ± 0.131	96.537 ± 0.354	0.005
K	295.300 ± 1.273	100	392.045 ± 8.040	96.745 ± 8.040	0.059
		200	489.500 ± 3.535	97.100 ± 1.768	0.011
Ca	7.070 ± 0.014	2	9.035 ± 0.084	97.750 ± 3.535	0.010
		5	11.935 ± 0.056	97.300 ± 1.131	0.008
Mg	4.755 ± 0.099	2	6.735 ± 0.106	99.000 ± 5.303	0.038
		5	8.793 ± 0.009	100.770 ± 0.184	0.001
Cu	0.137 ± 0.011	0.2	0.325 ± 0.007	94.000 ± 3.535	0.026
		0.5	0.630 ± 0.003	98.500 ± 0.707	0.005
Fe	0.455 ± 0.007	0.5	0.944 ± 0.013	97.800 ± 2.548	0.018
		1.0	1.555 ± 0.021	110.000 ± 2.121	0.014
Mn	2.205 ± 0.007	1	3.160 ± 0.014	95.500 ± 1.414	0.010
		2	4.120 ± 0.014	95.750 ± 0.707	0.005
Zn	0.155 ± 0.007	0.2	0.367 ± 0.011	106.000 ± 5.566	0.038
		0.5	0.652 ± 0.001	99.400 ± 0.283	0.002

3.3.15.2.- Método colorimétrico (nitromolibdovanadato)

Se ha realizado la determinación del fósforo por el método del nitromolibdovanadato, que consiste en la transformación de los compuestos fosforados de la muestra, previamente mineralizada a 550 °C, en ortofosforados y posterior determinación espectrofotométrica como fosfomolibdovanadato (a 430 nm), según se muestra en el esquema 9. (m. 22.40 A.O.A.C, 1984; ORDEN del 29 de enero de 1988).

Los reactivos empleados han sido:

- Disolución A: Disolución de molibdato amónico al 10% (peso / volumen) (50g de molibdato amónico + 5 mL de amoniaco $d = 0.910$, en 500 mL de H_2O caliente).
- Disolución B: Disolución de metavanadato de amonio. (2.35 g de metavanadato en 400 mL de H_2O caliente; se añaden 20 mL de la mezcla de 7 mL HNO_3 concentrado y 13 mL de H_2O , lentamente y agitando).
- Disolución C: Reactivo nitromolibdovanadato (reactivo de color); 200 mL de la disolución A + 200 mL de la disolución B + 134 mL de HNO_3 $d = 1.381$ ó 192 mL de HNO_3 $d = 1.331$.

Esquema 9.- DETERMINACION DE FOSFOROMétodo del nitromolibdovanadato

3.5.15.2.1.- Ensayos del método.

- Curvas de linealidad.

El contenido total de P expresado en mg P / 100 g ó 100 mL, según corresponda, se obtiene comparando las absorbancias de la muestra con la curva patrón y teniendo en cuenta el factor de dilución.

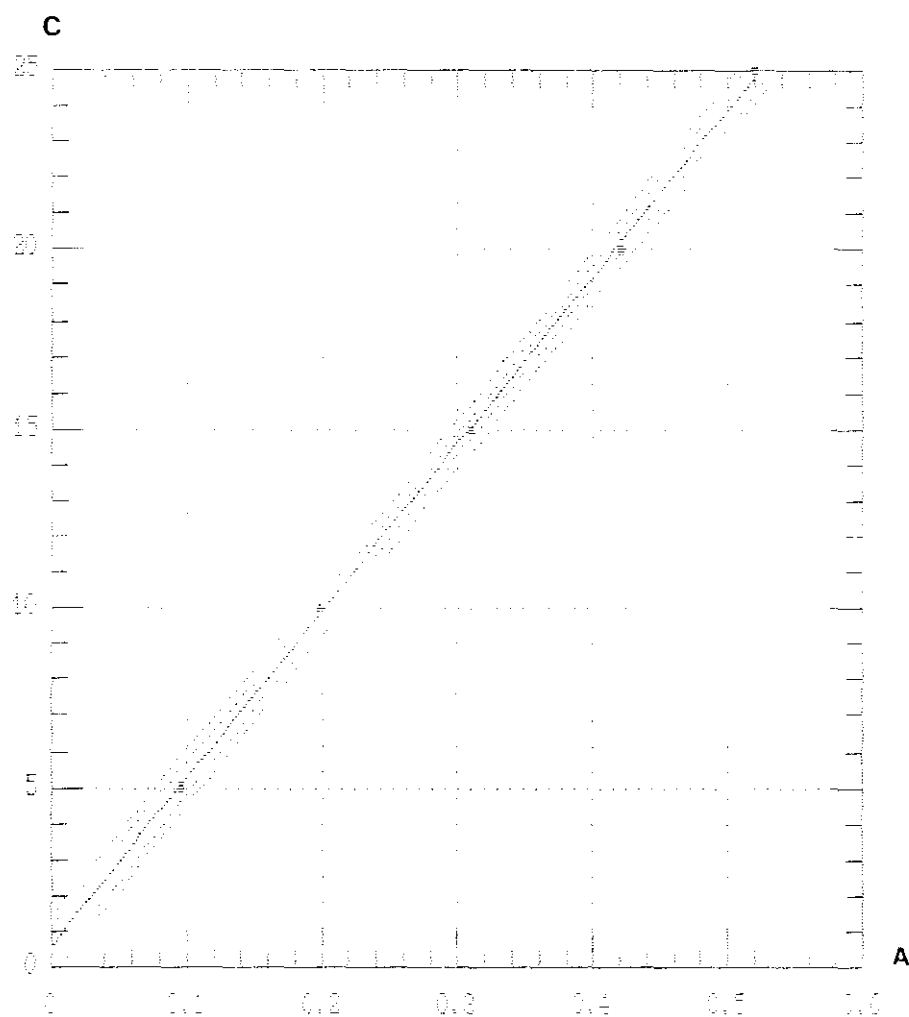
La curva patrón obtenida mediante la realización de las lecturas al espectrofotómetro a partir de disoluciones patrón de concentraciones comprendidas entre 5 - 25 µg/mL se refleja en la Gráfica 11, donde:

C = mg de Fósforo

A = Absorbancia

r = coeficiente de correlación

Gráfica 11.- Curva de linealidad del Fósforo.
(Método nitromolibdovanadato)



$$C = 0.580754 A + 46.6642$$

$$r = 0.9997$$

3.3.16.- ANHÍDRIDO SULFUROSO.

El anhídrido sulfuroso se ha determinado según el método de Ripper doble. (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1974).

Este método consiste en la valoración iodométrica del SO_2 operando directamente con la muestra problema en el caso de zumos y néctares y en el caso de pulpa y concentrado de piña se han diluido previamente.

De los métodos posibles de determinación de anhídrido sulfuroso en frutas y derivados se eligió éste por ser el que más información nos aportaba al permitir determinar las distintas formas de este compuesto (libre, combinado y total), además de corregir las posibles interferencias debidas al gran contenido de vitamina C que presentan estas muestras.

A 50 mL de muestra se adicionan : 3 mL de H_2SO_4 al 10%, 5 mL de engrudo de almidón y 30 mg de complexona III (con el fin de evitar la oxidación del SO_2 libre durante la valoración). Tras homogeneizar la solución se valora con I N/20 (V mL gastados).

Posteriormente se añaden 8 mL de NaOH 4N, se agita, se deja reposar 5 min, y se añaden rápidamente y agitando 10 mL de H_2SO_4 10%, para valorar inmediatamente con I N/20 (V' mL).

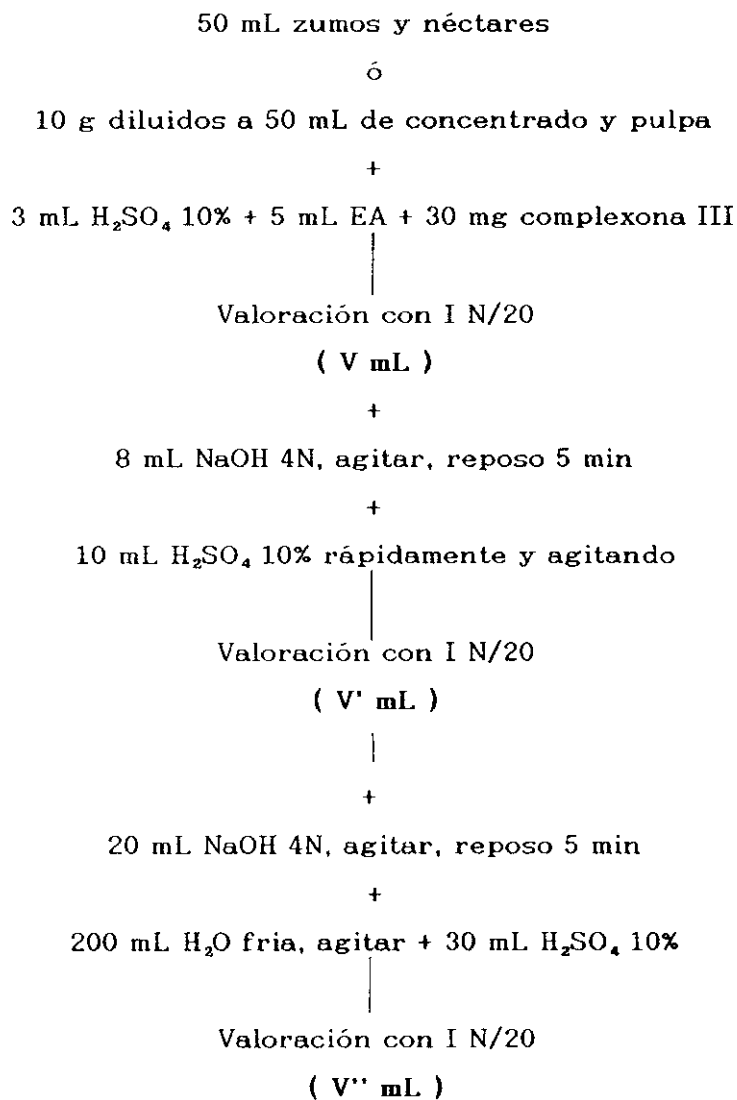
A continuación se añaden 20 mL de NaOH 4N, se agita, se deja reposar 5 min, se diluye con 200 mL de H_2O fría y se agita añadiendo 30 mL de H_2SO_4 al 10% para su posterior valoración con I N/20 (V''' mL).

Con estas valoraciones se corrige el error que pueda originarse por la

recombinación de parte del SO_2 ya liberado de los aldehidos, con el mismo aldehido presente en la solución que se valora. (Esquema 9a).

Esquema 9 a .- DETERMINACION ANHIDRIDO SULFUROSO

Método de Ripper doble



Para evitar el error producido por el consumo de I debido a diversas sustancias presentes en la muestra problema, especialmente vitamina C, se procede de la siguiente manera: A 50 mL de muestra se añade un exceso de etanal que sea capaz de combinarse con todo el SO_2 libre (5mL de acetaldheído de concentración 7g/L); se tapa el matraz y se deja reposar 30 min, como mínimo; posteriormente se añaden 3 mL de H_2SO_4 10%, E.A, y se valora con I N/20 (V''') (Esquema 9b).

Esquema 8 b.- DETERMINACION ANHIDRIDO SULFUROSO

Método de Ripper doble

50 mL zumos y néctares
 ó
 10 g diluidos a 50 mL de concentrado y pulpa
 +
 exceso de etanal
 (5 mL acetaldhido, 7 g/L)
 |
 Tapar, reposo 30 min
 +
 3 mL H_2SO_4 10% + 5 mL EA
 |
 Valoración con I N/20
 (V''' mL)

Para obtener el contenido de SO_2 de las muestras analizadas se aplican las siguientes fórmulas:

$$\text{SO}_2 \text{ libre} \quad \approx 32 \times (V - V''') \text{ mg / L}$$

$$\text{SO}_2 \text{ combinado} \approx 32 \times (V' + V'') \text{ mg / L}$$

$$\text{SO}_2 \text{ total} \quad \approx 32 \times (V + V' + V'' - V''') \text{ mg / L}$$

3.3.17.- FURFUROL.

El método empleado ha sido de espectofotometría directa, del líquido obtenido por destilación de 25 mL de muestra problema, en el aparato descrito en la figura 1, recogiendo 100 mL de destilado. La absorbancia se determinó a 277 nm.

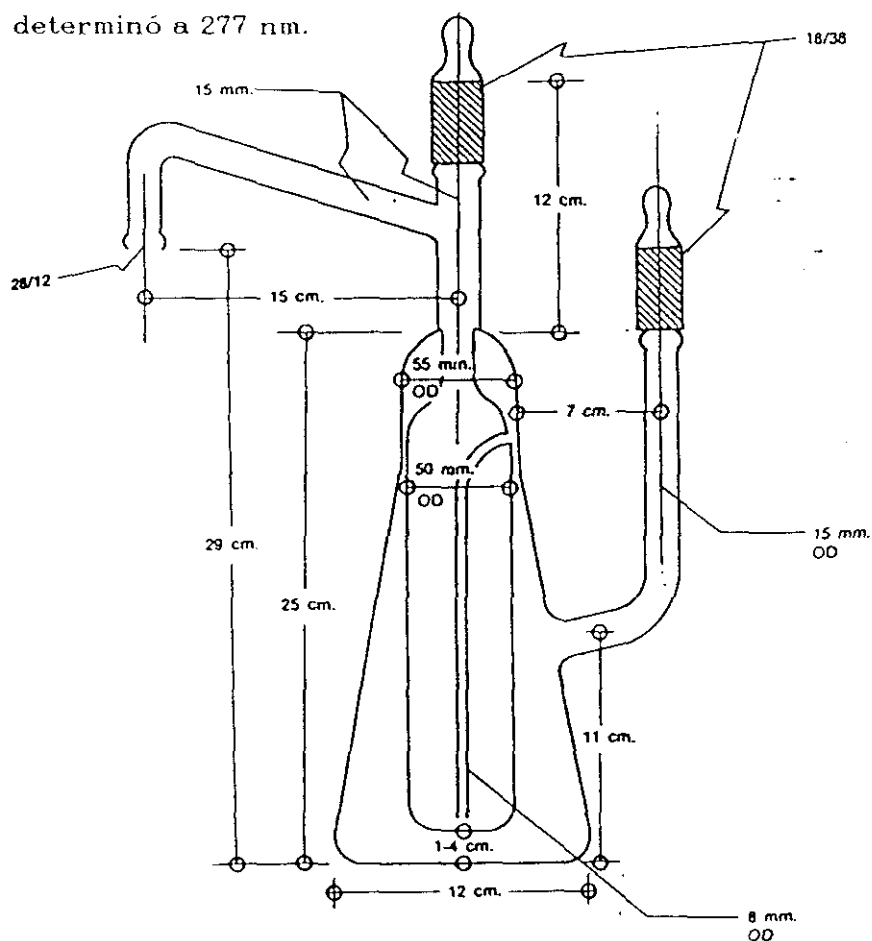


Figura 1.- Aparato utilizado para la destilación, en el análisis de furfural.

3.3.17.1.- Estudio del método.

- Curvas de linealidad.

El contenido en furfurool, de las muestras analizadas, se obtiene por comparación con las absorbancias de las soluciones de referencia, de concentraciones comprendidas entre 0.116 - 4.64 $\mu\text{g/mL}$ de furfurool, según la curva patrón representada en la Gráfica 12 , donde:

C = mg furfurool / mL

A = Absorbancia

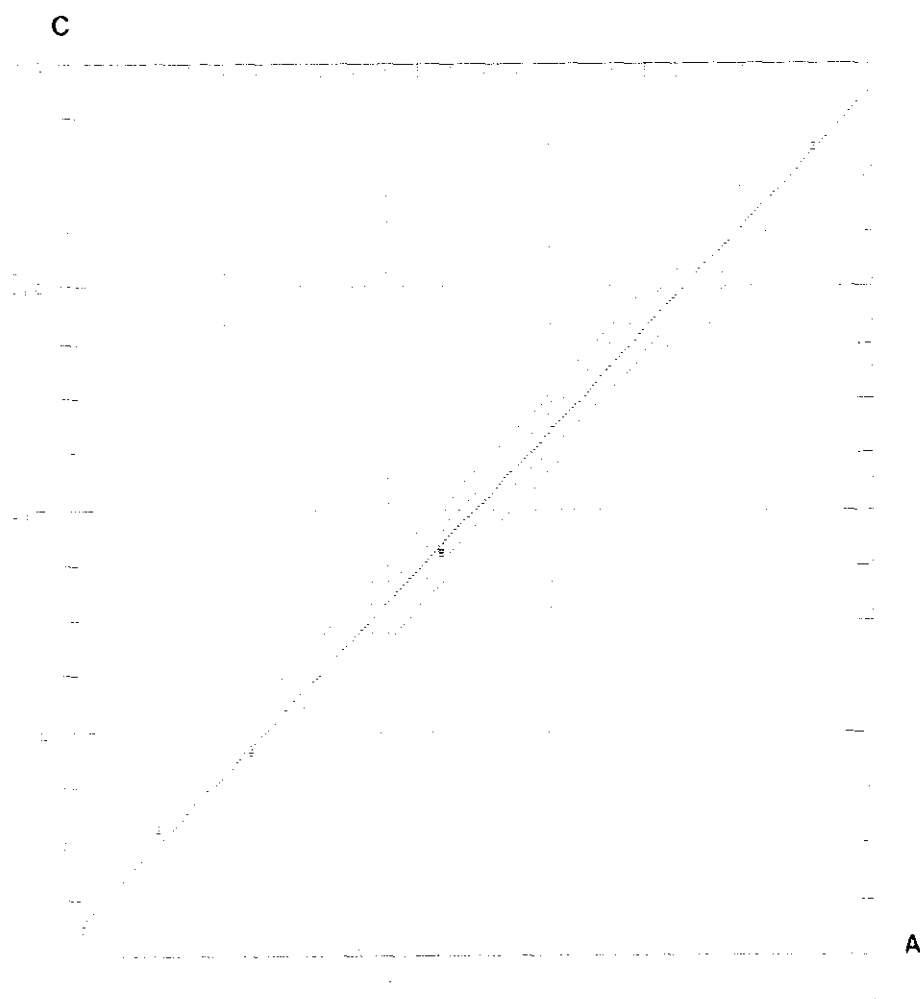
r = coeficiente de correlación

- Ensayos de exactitud.

Para verificar si el método escogido era el adecuado para nuestras muestras se han realizado pruebas de recuperación con soluciones patrón añadidas a las muestras problema y los resultados se muestran en la Tabla 13.

Los buenos porcentajes de recuperación obtenidos y los bajos coeficientes de variación, menores del 1%, indican que este método es adecuado para la determinación de furfurool en zumos y néctares de frutas.

Gráfica 12.- Curva de linealidad del furfurol.



$$C = 0.1534 A + 0.00967$$

$$r = 0.9995$$

Tabla 13.- Ensayos de exactitud: pruebas de recuperación de Furfurol.

<u>C. inicial</u>	<u>C. añadida</u>	<u>C. encontrada</u>	<u>----% Recuperación -----</u>	
X ± DE		X ± DE	X ± DE	CV
	1.160	2.618 ± 0.012	109.957 ± 1.037	0.007
1.343 ± 0.033	2.320	3.729 ± 0.006	102.844 ± 0.243	0.002
	3.480	5.190 ± 0.056	111.479 ± 0.305	0.002

3.3.18.- RELACION O INDICE DE MADUREZ.

Se obtiene a partir de la relación entre los sólidos totales expresados en \circ Brix y la acidez, expresada como ácido cítrico. (ORDEN del 29 de enero de 1988; PEARSON, 1986).

3.3.19.- COLOR.

La determinación del color puede realizarse por distintos métodos:

- Métodos físicos: Utilizando fotómetros y colorímetros que definen, miden y comparan los colores de manera objetiva.
- Métodos químicos : A través de la determinación de pigmentos.
- Evaluación subjetiva visual.

El empleo de la colorimetría triestímulo, como medida objetiva del color, es establecida por KOSTYLA Y CLYDESDALE en 1978.

Ya que el objetivo de este trabajo es la caracterización objetiva de los derivados de piña se ha considerado adecuada la aplicación de este método a nuestras muestras.

Se ha utilizado un colorímetro Hunter Lab, mod D 25/L 9. La muestra a medir se sitúa en una cubeta cilíndrica de 5 cm de diámetro y 2 cm de altura.

Esta cubeta, que contiene la muestra, se ilumina bajo un ángulo incidente de 45° por dos rayos luminosos. El rayo luminoso reflejado en la normal de la muestra pasa por una placa de difusión y atraviesa cuatro filtros que corresponden a la respuesta de un ojo humano medio, definido por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Las señales luminosas alcanzan cuatro fotodiodos de silicona y la energía eléctrica es amplificada y medida.

Para calibrar las medidas se empleó una placa blanca de referencia .
($Y = 84.53$, $X = 82.51$, $Z = 101.23$).

Las coordenadas que definen el color de la muestra en el Hunter son los valores L , a y b . L es un índice fotométrico que varía entre 0 (negro) y 100 (blanco); a y b son los índices cromáticos variando entre -100 y $+100$, y que permiten localizar el color en un plano (a, b) perpendicular al eje L , como se muestra en la figura 2.

- + a es función de la intensidad del color rojo.
- a es función de la intensidad del color verde.
- + b es función de la intensidad del color amarillo.
- b es función de la intensidad del color azul.

Estos índices se utilizan para calcular los valores de:

$$h = \text{arcotangente de } b / a$$

$$C = \text{índice de saturación } (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\Delta E = [(L^1 - L^2)^2 + (a^1 - a^2)^2 + (b^1 - b^2)^2]^{1/2}$$

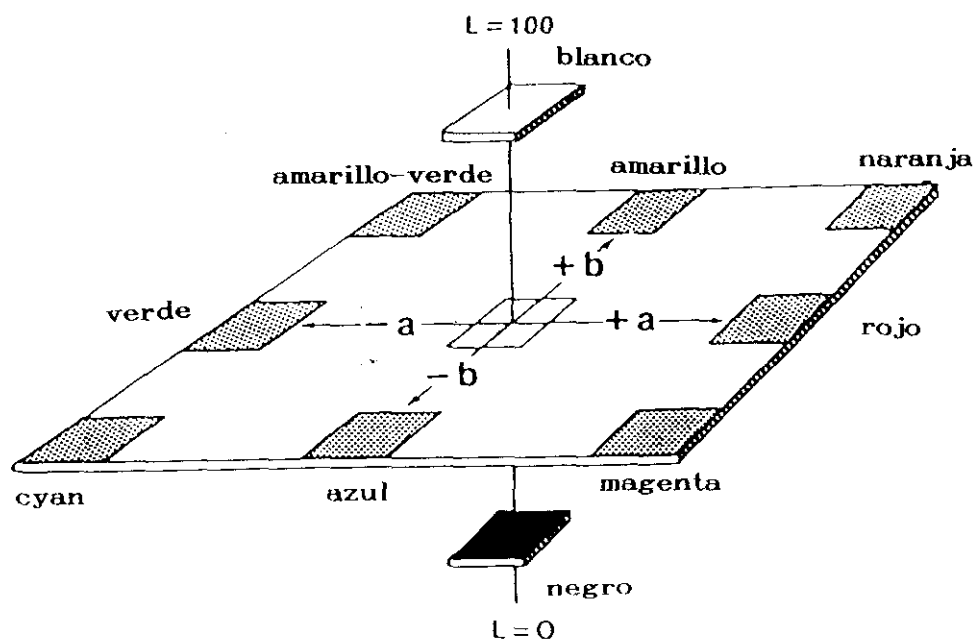


Figura 2.- Representación espacial de los parámetros relativos al color.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.- INTRODUCCION DE LOS RESULTADOS.

Con el fin de facilitar su comprensión y discusión posterior, los datos obtenidos en este trabajo se han agrupado en 175 Tablas y quedan reflejados en 55 gráficas.

En las tablas se recogen los resultados correspondientes a los distintos lotes analizados de cada muestra, expresándose como media de los análisis realizados por triplicado, acompañada de la desviación estandar ($n-1$) correspondiente. En los resultados correspondientes a los $\text{O}^{\circ}\text{Brix}$, pulpa suspendida, pH y alcalinidad de cenizas no se incluye el valor de desviación estandar por considerarse medidas puntuales.

En las mismas tablas, para evaluar el conjunto de lotes analizados, se ha calculado la media, desviación estandar y coeficiente de variación de todos los resultados obtenidos, denominándose, dichas medias, desviaciones y coeficientes de variación, en las Tablas correspondientes como " total ".

Para facilitar la discusión se han realizados tablas comparativas de todas las muestras analizadas, considerando únicamente estos valores que dan la idea "total" para cada muestra y parámetro, y a los que en lo sucesivo denominaremos "valores medios totales".

En las representaciones gráficas se consideran, asimismo, los valores medios totales.

Todos los resultados se expresan con tres cifras decimales, separadas por un punto (formato decimal americano), en vez de una coma (formato decimal europeo) debido a exigencias de la hoja de cálculo utilizada, por

ello; para no causar confusión en la redacción del texto se ha mantenido dicho formato de puntuación.

Se han realizado distintos estudios para la evaluación de los métodos analíticos aplicados al análisis de nuestras muestras: curvas de linealidad y ensayos de exactitud, (GARCES y col., 1988; LIFSHITZ y col., 1974) que se irán comentando en cada caso.

Para la evaluación de los métodos aplicados a la determinación de azúcares solubles, método colorimétrico de la antrona y método de cromatografía líquida de alta eficacia (CLAE), se han realizado curvas de linealidad de los distintos azúcares cuantificados en nuestras muestras (fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa), descritas en la parte experimental de esta memoria; ensayos de exactitud, mediante la aplicación de pruebas de recuperación de azúcares añadidos a la muestra problema, según se refleja en la Tabla 9: método de la Antrona y Tabla 10: método de CLAE.

De igual manera se han aplicado ensayos de exactitud a los métodos analíticos siguientes:

- Tabla 11: Método espectrofluorimétrico para la determinación de vitamina C, con adición de ácido ascórbico.
- Tabla 12: Método de espectroscopía de absorción atómica, para la determinación de elementos minerales, macroelementos: Na, K, Ca y Mg y microelementos: Cu, Fe, Mn y Zn, realizándose adiciones de los distintos elementos analizados a las muestras problema.
- Tabla 13: Método espectrofotométrico para la determinación de furfurool con adición de soluciones de furfurool patrón.

Los resultados obtenidos en las Tablas 9 a 13, referentes a la evaluación de los métodos analíticos, fueron comentados en la parte experimental.

Con el fin de estudiar la posible influencia del N^o de lote de fabricación, en la composición de la muestra problema, se analizaron 5 lotes del zumo comercial Z0; los resultados obtenidos se agrupan en las Tablas:

- Tabla 1: Correspondiente a los valores de densidad, extracto seco y pulpa suspendida.
- Tabla 2: pH, acidez titulable (g de ácido cítrico/100 mL), índice de madurez, cenizas (g/100mL), alcalinidad de las cenizas (g K₂CO₃/100mL), sustancias pécticas (g ac. galacturónico/100mL) y vitamina C (mg ac. ascórbico/100mL).
- Tabla 3: Contenido en azúcares, fructosa, glucosa , sacarosa, azúcares totales, como suma de los distintos azúcares obtenidos por CLAE y azúcares totales, obtenidos por el método de la antrona , todos ellos expresados en g/100mL.
- Tabla 4: Contenido en elementos minerales, macroelementos (Na,K,Ca,Mg y P) y microelementos (Cu,Fe,Mn,Zn), todos ellos expresados en mg/100mL.
- Tabla 5: Referente al índice de formol y al contenido en furfural y anhídrido sulfuroso (libre, combinado y total) expresados en mg/L.

La expresión de los resultados de los 37 parámetros evaluados en las 59 muestras problema analizadas, se ha efectuado siguiendo las recomendaciones expresadas en la legislación correspondiente, mencionada en capítulos anteriores.

Los resultados referentes a la piña fresca y concentrado se expresan como peso/peso, mientras que los referentes al zumo natural y zumos y néctares comerciales se expresan como peso/volumen.

4.2.- PLANTEAMIENTO DE LA DISCUSION.

Para la correcta caracterización de los zumos y néctares de piña, y con el fin de obtener unos resultados lo más fiables posible se escogieron aquellas técnicas analíticas que fueran rápidas, eficaces, susceptibles de evaluación y acordes con nuestros medios.

El método de comparación de productos comerciales con un zumo natural, considerado como referencia, determinando un gran número de parámetros, y su evaluación por métodos estadísticos ha sido utilizado como método de detección de adulteraciones y caracterización de zumos de frutas, con gran éxito, por diversos autores (COFFIN, 1968; LIFSHITZ y col., 1971; LIFSCHITZ y col., 1974; RICHARD, 1984; SCHATZKI y VANDERCOOK, 1978).

Dado que ninguno de los trabajos anteriormente mencionados tenía como objeto los derivados de piña, se ha considerado de interés el realizar esta memoria.

Se han aplicado técnicas más básicas (métodos oficiales) para la determinación de parámetros generales y técnicas más específicas para el análisis de los ácidos orgánicos, azúcares y elementos minerales, con el fin de poder caracterizar mejor estos productos y hacer más completo su estudio.

Las determinaciones analíticas realizadas sobre la piña y sus derivados, descritas en el capítulo 3, podemos dividir las en:

- Aquellas que hacen referencia a las características físico-químicas y composición química de la piña y sus derivados: Densidad, extracto seco, pulpa suspendida, pH, acidez titulable, ácidos orgánicos, azúcares, sustancias pécticas, fibra neutro detergente, índice de formol, proteínas, vitamina C, cenizas, alcalinidad de las cenizas y elementos minerales.
- Aquellas que hacen referencia a los caracteres organolépticos objetivos: Índice de madurez y color.
- Aquellas que se refieren a otros parámetros: Furfurol y anhídrido sulfuroso.

Teniendo en cuenta todas las determinaciones llevadas a cabo, para realizar su discusión de una forma más objetiva y para una mejor interpretación de los resultados experimentales obtenidos, se han aplicado diversos estudios estadísticos:

A) - Estudio de la significación de cada variable debida al lote de fabricación.

Contrastando la hipótesis de no variación significativa mediante la Tabla de ADEVA con un factor; el estadístico utilizado en el contraste de la hipótesis anterior es la F de Fisher con un nivel de confianza del 95 % ($p = 0.05$).

Esto permitirá, para cada variable que no varíe significativamente con el número de lote ($F_{\text{experimental}} < F_{\text{crítico}}$), considerar un valor medio y una desviación estandar como parámetros representativos de la muestra.

B) - Estudio de la influencia del diferente tipo de envasado (vidrio y metálico) en la composición de los néctares de piña.

Para aquellas marcas comerciales (marcas 2, 3 y 5) que presenten el producto néctar de piña en distinto tipo de envase (vidrio y metálico) se contrasta la hipótesis de que el tipo de envasado no influye en la variación de los parámetros analizados, aplicando la Tabla de ADEVA con dos factores: Número de lotes y tipo de envasado, considerando el estadístico *F* de Fisher correspondiente al tipo de envasado, con un nivel de confianza del 95 % ($p = 0.05$).

C) - Estudio de la influencia del tiempo de almacenamiento en la composición del zumo comercial Z0.

Al igual que en el apartado A) se contrasta la hipótesis de no variación significativa mediante la Tabla de ADEVA con un factor, considerando el estadístico *F* de Fisher con un nivel de confianza del 95 % ($p = 0.05$).

Por ello, la interpretación de las líneas quebradas de las gráficas correspondientes a los resultados experimentales sólo tiene sentido teniendo en cuenta que dichos resultados se desvían del valor inicial. El contraste de simplificación del efecto del tiempo de almacenamiento permite, para algunas variables, no tener que considerar estas líneas quebradas.

Los valores *F* críticos utilizados en los distintos análisis de la varianza anteriormente mencionados se recogen en la Tabla 14.

(PEÑA, 1987)

Tabla 14.- Valores F críticos (F a,b) utilizados en el Análisis de la Varianza.
 p = nivel de confianza

b	a	1	2	3	4	5	6
	p						
1	0.950	161.450	199.500	217.710	224.580	230.160	233.990
	0.975	647.790	799.500	864.160	899.580	921.850	937.110
2	0.950	18.513	19.000	19.164	19.247	19.926	19.330
	0.975	38.506	39.000	39.165	39.248	39.296	39.331
3	0.950	10.128	9.552	9.276	9.117	9.013	8.940
	0.975	17.443	16.044	15.439	15.101	14.885	14.735
4	0.950	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163
	0.975	12.218	10.649	9.979	9.604	9.364	9.197
5	0.950	6.607	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950
	0.975	10.007	8.433	7.763	7.387	7.146	6.977
6	0.950	5.9874	5.143	4.757	4.533	4.387	4.283
	0.975	8.8131	7.259	6.598	6.227	5.987	5.819
7	0.950	5.591	4.737	4.346	4.120	3.971	3.866
	0.975	8.072	6.541	5.889	5.522	5.285	5.118
8	0.950	5.317	4.459	4.066	3.837	3.687	3.580
	0.975	7.750	6.059	5.416	5.052	4.817	4.651
9	0.950	5.117	4.265	3.862	3.633	3.481	3.373
	0.975	7.209	5.714	5.078	4.718	4.484	4.319
10	0.950	4.964	4.102	3.708	3.478	3.325	3.217
	0.975	6.936	5.456	4.825	4.468	4.236	4.072
11	0.950	4.844	3.982	3.587	3.356	3.203	3.094
	0.975	6.724	5.255	4.630	4.275	4.044	3.880
12	0.950	4.747	3.885	3.490	3.259	3.105	2.996
	0.975	6.553	5.095	4.474	4.121	3.891	3.728
13	0.950	4.667	3.805	3.410	3.179	3.025	2.915
	0.975	6.414	4.965	4.347	3.995	3.766	3.604
14	0.950	4.600	3.738	3.343	3.112	2.958	2.847
	0.975	6.297	4.856	4.241	3.891	3.663	3.501
15	0.950	4.543	3.682	3.287	3.055	2.901	2.790
	0.975	6.199	4.765	4.152	3.804	3.576	3.414
16	0.950	4.494	3.633	3.238	3.006	2.852	2.741
	0.975	6.115	4.686	4.076	3.729	3.502	3.340
17	0.950	4.451	3.591	3.196	2.964	2.810	2.698
	0.975	6.042	4.618	4.011	3.664	3.437	3.276
18	0.950	4.413	3.554	3.159	2.927	2.772	2.661
	0.975	5.978	4.559	3.953	3.608	3.382	3.220
19	0.950	4.380	3.521	3.127	2.895	2.740	2.628
	0.975	5.921	4.507	3.903	3.558	3.332	3.171
20	0.950	4.351	3.492	3.098	2.866	2.710	2.599
	0.975	5.871	4.461	3.858	3.514	3.289	3.128

D) - Análisis de correlaciones.

Permite establecer similitudes de comportamiento de las variables consideradas en las muestras analizadas.

El análisis de correlaciones constituye la base del estudio de los componentes principales.

E) - Contraste de la hipótesis de no correlación entre dos variables.

El estadístico utilizado ha sido la *t* de Student; también se ha calculado el nivel de significación (*p*) de la aceptación de la hipótesis anterior. Así, aquellas parejas de variables que den $p > 0.05$ podremos considerarlas con correlación nula entre ellas.

F) - Análisis de componentes principales.

Estudia la correlación entre todos los resultados obtenidos referentes a las muestras analizadas.

Al hacer referencia a las conclusiones derivadas de la aplicación de los estudios estadísticos, consideraremos con el término " variables " a los distintos parámetros evaluados y como " componentes " a unas nuevas variables independientes entre sí, de manera que unas pocas variables " componentes principales " permitirán caracterizar los productos objeto de este estudio (zumos y néctares de piña). Cada componente está formado por combinación de variables correlacionadas entre sí.

El hecho de considerar sólo unas pocas variables como representativas de las muestras analizadas simplifica su estudio y permite su correcta caracterización. (BROWN y COHEN, 1983; SCHATZKI y VANDERCOOK, 1978).

Todo esto nos ha llevado a agrupar los bloques para su discusión, en los apartados que se citan a continuación.

- Estudio particular de las muestras analizadas: Piña fresca, zumo natural, concentrado, zumos y néctares comerciales.

- * Evaluación de las características físico - químicas y composición química.
- * Evaluación de los caracteres organolépticos.
- * Evaluación de parámetros ajenos a la composición.

En cada caso se estudia la variabilidad de los lotes analizados y la influencia del tipo de envasado en la composición de los néctares.

_ Estudio de la influencia del tiempo de almacenamiento en la composición del zumo comercial Z0.

- Caracterización global, de zumos y néctares de piña.

4.3.- ESTUDIO PARTICULAR DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS.

4.3.1.- EVALUACION DE SUS CARACTERISTICAS FISICO - QUIMICAS Y COMPOSICION QUIMICA.

4.3.1.1.- Densidad, extracto seco y pulpa suspendida.

Para la piña fresca, en la tabla 15 se recogen los valores correspondientes al extracto seco expresados en g/100g de porción comestible.

Los valores de densidad, extracto seco (determinado por evaporación, tablas y °Brix) y pulpa suspendida, se recogen en la Tabla 16: Zumo natural (g/100mL); Tabla 17: Concentrado de zumo de piña (g/100g) (en este caso no se determinó la densidad ni el extracto seco por Tablas debido a las características del producto); Tablas 18 a 21: Correspondientes a los zumos comerciales; y Tablas 23 a 30: Correspondientes a los néctares. Los resultados de los zumos comerciales y néctares se expresan en g/100mL.

Los valores medios totales relativos a estos parámetros se muestran comparativamente en la Tabla 22: Referente a la piña fresca, zumo natural, concentrado y zumos comerciales; y la Tabla 31: Referente a los néctares comerciales.

Tabla 15.- Extracto seco de la Piña fresca: P.

<u>----- Extracto seco -----</u>			
		<u>Evaporación</u>	<u>* Brix</u>
		<u>(g/100mL)</u>	
<u>Nº lote</u>			
L1	X	23.268	15.000
	DE	1.876	
L2	X	16.359	12.500
	DE	0.544	
L3	X	13.413	10.800
	DE	0.071	
L4	X	16.117	13.700
	DE	0.324	
L5	X	12.107	11.200
	DE	0.146	
Total	X	16.255	12.640
	DE	4.386	1.744
	CV	0.256	0.123

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 16.- Parámetros de Zumo natural de piña: ZN.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>º Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1	X	1.0557	20.095	14.290	13.200	5.988
	DE	0.000	0.389	0.000		
L2	X	1.0628	19.804	16.120	9.800	6.625
	DE	0.007	0.053	1.852		
L3	X	1.0520	20.790	13.370	13.400	10.372
	DE	0.002	0.482	0.551		
L4	X	1.0548	17.083	14.155	9.800	14.353
	DE	0.002	0.018	0.559		
L5	X	1.0551	15.518	14.290	12.900	6.557
	DE	0.001	0.065	0.368		
Total	X	1.0561	18.263	14.445	11.820	8.779
	DE	0.004	2.234	1.172	1.852	3.569
	CV	0.004	0.117	0.077	0.140	0.364

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 17.- Parámetros del Concentrado de zumo de piña: CC

		<u>----- Extracto seco -----</u>		<u>Pulpa</u>
		<u>Evaporación</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
		<u>(g/100g)</u>		<u>(g/100g)</u>
<u>Nº lote</u>				
L1	X	74.778	49.750	27.750
	DE	2.226		
L2	X	65.993	54.500	19.552
	DE	1.294		
Total				
	X	70.386	52.125	23.651
	DE	4.989	3.359	5.797
	CV	0.066	0.045	0.173

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 18.- Parámetros del Zumo comercial de piña: Z 1.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0480	15.162	12.330	11.900	6.000
	DE	0.001	0.510	0.184		
L2						
	X	1.0480	14.671	12.330	11.400	5.090
	DE	0.001	0.003	0.184		
L3						
	X	1.0486	15.385	12.460	11.800	6.010
	DE	0.000	0.216	0.000		
Total						
	X	1.0482	15.073	12.373	11.700	5.700
	DE	0.001	0.409	0.134	0.264	0.528
	CV	0.000	0.025	0.010	0.018	0.075

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 19.- Parámetros del Zumo comercial de piña: Z 2.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0485	14.469	12.460	11.600	4.370
	DE	0.000	0.070	0.000		
L2						
	X	1.0483	15.875	12.460	11.800	3.109
	DE	0.000	0.312	0.000		
L3						
	X	1.0474	12.819	12.200	11.700	4.849
	DE	0.001	0.019	0.368		
Total						
	X	1.0481	14.163	12.373	11.700	4.109
	DE	0.001	1.388	0.212	0.100	0.899
	CV	0.001	0.090	0.016	0.007	0.178

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 20.- Parámetros del Zumo comercial de piña: Z 3.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0471	13.878	12.200	11.300	4.678
	DE	0.000	0.602	0.000		
L2						
	X	1.0468	13.372	12.070	11.400	5.484
	DE	0.001	0.009	0.184		
L3						
	X	1.0481	13.604	12.330	11.500	4.173
	DE	0.001	0.014	0.184		
Total						
	X	1.0473	13.644	12.200	11.400	4.778
	DE	0.001	0.420	0.164	0.100	0.661
	CV	0.001	0.029	0.012	0.007	0.113

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 21.- Parámetros del Zumo comercial de piña: Z 4.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa suspendida</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u> (g/100mL)	<u>Tablas</u> (g/100mL)	<u>º Brix</u>	<u>(g/100mL)</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	X	1.0532	20.532	14.290	13.200	3.767
	DE	0.001	0.064	0.000		
L2	X	1.0547	16.648	13.630	12.600	4.916
	DE	0.001	0.460	0.184		
L3	X	1.0537	15.979	13.760	12.700	4.737
	DE	0.000	0.141	0.000		
Total						
	X	1.0539	17.720	13.893	12.833	4.473
	DE	0.001	2.209	0.323	0.321	0.618
	CV		0.114	0.021	0.020	0.113

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 22.- Comparación parámetros en las muestras analizadas:

Piña fresca, Zumo natural, Concentrado y Zumos comerciales.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			<u>(g/100mL)</u>	<u>(g/100mL)</u>		<u>(g/100mL)</u>
<u>Muestras</u>						
P	X	-	16.255	-	12.640	49.879
	DE		4.386		1.744	8.304
	CV		0.256		0.123	0.149
ZN	X	1.0561	18.263	14.445	11.820	8.779
	DE	0.004	2.234	1.172	1.852	3.569
	CV	0.004	0.117	0.077	0.140	0.364
CC	X	-	70.386	-	52.125	23.651
	DE		4.989		3.359	5.797
	CV		0.066		0.045	0.173
Z 1	X	1.0482	15.073	12.373	11.700	5.700
	DE	0.001	0.409	0.134	0.264	0.528
	CV	0.000	0.025	0.010	0.018	0.075
Z 2	X	1.0481	14.163	12.373	11.700	4.109
	DE	0.001	1.388	0.212	0.100	0.899
	CV	0.001	0.090	0.016	0.007	0.178
Z 3	X	1.0473	13.644	12.200	11.400	4.778
	DE	0.001	0.420	0.164	0.100	0.661
	CV	0.001	0.029	0.012	0.007	0.113
Z 4	X	1.0539	17.720	13.893	12.833	4.473
	DE	0.001	2.209	0.323	0.321	0.618
	CV	0.001	0.114	0.021	0.020	0.113

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 23.- Parámetros del Néctar de piña: NL 1.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>º Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1	X	1.0610	19.707	17.433	15.500	6.699
	DE	0.009	0.560	3.282		
L2	X	1.0638	20.392	16.467	15.800	7.461
	DE	0.000	0.470	0.150		
L3	X	1.0626	20.927	16.250	15.800	7.238
	DE	0.001	0.744	0.184		
Total						
	X	1.0625	20.342	16.775	15.700	7.133
	DE	0.004	0.754	1.842	0.173	0.223
	CV	0.004	0.035	0.103	0.009	0.090

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 24.- Parámetros del Néctar de piña: NC 2.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>o Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0530	16.898	13.630	13.000	4.288
	DE	0.000	0.351	0.184		
L2						
	X	1.0525	17.068	13.500	12.800	4.431
	DE	0.000	0.040	0.000		
L3						
	X	1.0522	15.378	13.500	12.600	5.340
	DE	0.002	0.264	0.000		
Total						
	X	1.0525	16.617	13.543	12.800	4.686
	DE	0.001	0.744	0.195	0.200	0.570
	CV	0.001	0.042	0.013	0.013	0.099

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 25.- Parámetros del Néctar de piña: NL 2.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0450	12.915	11.550	11.600	2.011
	DE	0.002	0.082	0.551		
L2						
	X	1.0480	13.573	12.330	12.000	2.268
	DE	0.001	0.061	0.184		
L3						
	X	1.0468	13.001	12.070	11.400	1.822
	DE	0.001	0.148	0.184		
Total						
	X	1.0466	13.100	11.983	11.660	2.034
	DE	0.002	0.290	0.447	0.305	0.223
	CV	0.001	0.021	0.034	0.021	0.090

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 26.- Parámetros del Néctar de piña: NC 3.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0468	16.050	12.070	12.300	4.786
	DE	0.003	0.345	0.919		
L2						
	X	1.0500	15.926	12.850	12.500	4.093
	DE	0.001	0.435	0.184		
L3						
	X	1.0510	15.521	13.110	12.500	4.729
	DE	0.002	0.479	0.551		
Total						
	X	1.0490	15.832	12.677	12.433	4.536
	DE	0.003	0.450	0.686	0.115	0.385
	CV	0.002	0.027	0.049	0.007	0.069

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 27.- Parámetros del Néctar de piña: NL 3.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>º Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0485	13.033	12.460	12.000	4.953
	DE	0.003	0.372	0.735		
L2						
	X	1.0423	13.899	10.895	12.200	4.713
	DE	0.003	0.114	0.742		
L3						
	X	1.0472	14.188	12.200	12.400	3.919
	DE	0.002	0.374	0.367		
Total						
	X	1.0460	13.754	11.852	12.200	4.528
	DE	0.004	0.509	0.899	0.200	0.541
	CV	0.003	0.034	0.069	0.013	0.097

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 28.- Parámetros del Néctar de piña: NC 4.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0589	18.662	15.200	14.500	3.256
	DE	0.000	0.028	0.184		
L2						
	X	1.0593	18.148	15.200	14.500	3.136
	DE	0.000	0.073	0.184		
L3						
	X	1.0592	18.380	15.200	14.600	3.312
	DE	0.000	0.072	0.184		
Total						
	X	1.0591	18.396	15.200	14.533	3.235
	DE	0.000	0.235	0.142	0.058	0.090
	CV	0.000	0.012	0.008	0.003	0.023

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 29.- Parámetros del Néctar de piña: NC 5.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>° Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0540	16.614	13.850	13.500	3.451
	DE	0.000	0.138	0.156		
L2						
	X	1.0548	16.219	14.203	13.400	4.263
	DE	0.000	0.168	0.150		
L3						
	X	1.0552	17.053	14.290	13.300	3.857
	DE	0.000	0.026	0.000		
Total						
	X	1.0547	16.629	14.092	13.400	3.857
	DE	0.000	0.386	0.234	0.100	0.406
	CV	0.000	0.021	0.015	0.006	0.086

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 30.- Parámetros del Néctar de piña: NL 5.

		<u>----- Extracto seco -----</u>			<u>Pulpa</u>	
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>º Brix</u>	<u>suspendida</u>
			(g/100mL)	(g/100mL)		(g/100mL)
<u>Nº lote</u>						
L1						
	X	1.0546	15.720	14.155	13.300	5.056
	DE	0.002	0.067	0.559		
L2						
	X	1.0541	15.750	14.030	12.900	5.661
	DE	0.000	0.043	0.000		
L3						
	X	1.0527	15.584	13.500	13.500	5.338
	DE	0.000	0.124	0.000		
Total						
	X	1.0538	15.684	13.895	13.233	5.352
	DE	0.001	0.103	0.399	0.305	0.303
	CV	0.001	0.006	0.026	0.019	0.046

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 31.- Comparación parámetros muestras analizadas: Néctares.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>* Brix</u>	<u>suspendida</u>
			<u>(g/100mL)</u>	<u>(g/100mL)</u>		<u>(g/100mL)</u>
<u>Muestras</u>						
NL 1						
	X	1.0625	20.342	16.775	15.700	7.133
	DE	0.004	0.754	1.842	0.173	0.223
	CV	0.004	0.035	0.103	0.009	0.090
NC 2						
	X	1.0525	16.617	13.543	12.800	4.686
	DE	0.001	0.744	0.195	0.200	0.570
	CV	0.001	0.042	0.013	0.013	0.099
NL 2						
	X	1.0466	13.100	11.983	11.660	2.034
	DE	0.002	0.290	0.447	0.305	0.223
	CV	0.001	0.021	0.034	0.021	0.090
NC 3						
	X	1.0490	15.832	12.677	12.433	4.536
	DE	0.003	0.450	0.686	0.115	0.385
	CV	0.002	0.027	0.049	0.007	0.069
NL 3						
	X	1.0460	13.754	11.852	12.200	4.528
	DE	0.004	0.509	0.899	0.200	0.541
	CV	0.003	0.034	0.069	0.013	0.097
NC 4						
	X	1.0591	18.396	15.200	14.533	3.235
	DE	0.000	0.235	0.142	0.058	0.090
	CV	0.000	0.012	0.008	0.003	0.023
NC 5						
	X	1.0547	16.629	14.092	13.400	3.857
	DE	0.000	0.386	0.234	0.100	0.406
	CV	0.000	0.021	0.015	0.006	0.086
NL 5						
	X	1.0538	15.684	13.895	13.233	5.352
	DE	0.001	0.103	0.399	0.305	0.303
	CV	0.001	0.006	0.026	0.019	0.046

X = valor medio

DE = desviación estandar ($n-1$)

CV = coeficiente de variación

En la Tabla 15 se recogen los resultados correspondientes al extracto seco de la piña fresca, siendo este muy superior al determinarse por el método de evaporación (16.255 g/100g) que por ϱ Brix (12.640), destacando en ambos casos los elevados coeficientes de variación obtenidos.

Considerando el valor medio de la densidad del zumo natural (1.0561, Tabla 16) como referencia, la mayoría de los zumos comerciales presentan niveles ligeramente inferiores, con valores entre 1.0473 y 1.0539 (Tabla 22), en los néctares se encuentran también valores algo inferiores al zumo natural, entre 1.0460 y 1.0625 (Tablas 31), excepto las muestras NL1 (1.0625, Tabla 23) y NC4 (1.0591, Tabla 28) que presentan niveles ligeramente superiores al zumo natural.

Como ya se indicó en la parte experimental de esta memoria, el extracto seco de las muestras analizadas se ha determinado por 3 métodos: evaporación, a partir de la densidad mediante la aplicación de Tablas y mediante la lectura de los ϱ Brix en refractómetro.

Los resultados experimentales obtenidos muestran una ligera diferencia por exceso, en los valores de extracto seco determinado por el método de evaporación, respecto a los obtenidos por los otros dos métodos, siendo estos dos últimos más semejantes (relación entre ellos próxima a la unidad).

El extracto seco por evaporación se determinó utilizando cápsulas de porcelana, ya que a partir de dicho extracto se realizó la determinación posterior de cenizas y elementos minerales; de esta forma y a partir de una única toma de muestra, se realizaron distintas determinaciones. Dados los elevados coeficientes de variación obtenidos para este parámetro, se plantea que, en función del objetivo buscado, el extracto seco podría determinarse utilizando cápsulas metálicas con tapa, aunque

esto imposibilitaría su utilización posterior para determinar cenizas y / o elementos minerales.

Al estudiar los zumos y néctares, se observa que el extracto seco obtenido por evaporación de todas las muestras analizadas, (Tablas 18 a 21 relativas a los zumos comerciales y Tablas 23 a 30 relativas a los néctares), presentan niveles inferiores a los correspondientes al zumo natural (18.263 g/100mL , Tabla 16), excepto los néctares NL1 (20.342 g/100mL, Tabla 23) y NC4 (18.396 g/100mL Tabla 28).

El mismo comportamiento se observa al comparar los resultados referentes al extracto seco obtenido tras la aplicación de Tablas a partir del valor de la densidad: Así todas las muestras analizadas presentan valores inferiores al zumo natural (14.445 g/100mL) excepto nuevamente, los néctares NL1 (16.775 g/100mL) y NC4 (15.200 g/100mL).

Los valores medios de °Brix son de 12.640 para la piña fresca y 11.820 para el zumo natural; estos valores son prácticamente similares; la mínima disminución puede ser debida al proceso de filtración al que se somete el zumo durante su elaboración.

El concentrado de zumo de uso industrial presenta un valor medio de °Brix de 52.125 (Tabla 17), lo cual supondría una concentración respecto al zumo natural de casi 5 veces; éste es un dato importante a tener en cuenta para la correcta interpretación de los resultados experimentales referidos al análisis de este producto.

Los zumos comerciales muestran valores de °Brix similares al zumo natural (11.820, Tabla 16), excepto la muestra Z4 (12.833, Tabla 21).

En el caso de los néctares, sin embargo, los valores de °Brix obtenidos son todos superiores a los del zumo natural, entre 12.200 para la muestra NL3 y 15.700 de la muestra NL1 (Tablas 27 y 23 respectivamente)

excepto en el caso de la muestra NL2 que presenta un valor similar (11.660, Tabla 25).

Por último, los valores medios de pulpa suspendida encontrados en el zumo natural han sido de 8.779 g/100mL; para la determinación de este parámetro en el concentrado, se procedió a su dilución previa, al 10%, obteniéndose un valor medio de 23.651 g/100g, (Tabla 17).

Todas las muestras comerciales, tanto de zumos como de néctares, presentan niveles más bajos de pulpa suspendida que el zumo natural; los zumos comerciales tienen un comportamiento más homogéneo que los néctares, encontrándose sus valores en un estrecho margen de variación (3.109 – 6.010 g/100mL, Tablas 18 a 21), mientras que los segundos muestran mayor variabilidad, con valores entre 1.822 y 7.461 g/100mL. (Tablas 23 a 30).

Además, hay que considerar que la obtención de un producto (zumo o néctar) más o menos turbio, lo que afecta a la pulpa suspendida, es una característica de las distintas marcas comerciales.

4.3.1.1.1. – Comparación con datos bibliográficos.

La bibliografía referente a la composición de la piña no es muy abundante y especialmente escasa en lo referente a sus derivados; así no se han encontrado datos bibliográficos respecto a la densidad, extracto seco y pulpa suspendida, en los mismos tipos de muestras que los estudiados por nosotros.

La mayoría de los autores indican como parámetro clasificatorio de las muestras su contenido en \circ Brix.

Nuestros resultados, referentes a la piña fresca y zumo natural, están dentro de los márgenes indicados por diversos autores, BOLAND (1972) indica 7.9; DULL (1971) entre 10.8 y 15.5; KERMARSHA (1987) entre 6.4 y 12.5; Como vemos estos márgenes son bastante amplios ya que este parámetro está muy influenciado por la variedad y el grado de madurez.

Las muestras de concentrado analizadas muestran valores de \circ Brix ligeramente inferiores a los indicados por SANMARTIN y col. en 1989 al realizar un estudio sobre concentrados de piña de distinta procedencia. Este hecho puede ser debido a los procesos tecnológicos a los que han sido sometidos en su proceso de elaboración, especialmente la filtración y clarificación.

No se han encontrado datos bibliográficos para la comparación de los zumos y néctares de piña, si bien existen distintas normas internacionales que indican grados de aceptabilidad para los contenidos de \circ Brix y pulpa suspendida en zumos comerciales.

Tanto la Reglamentación Española, comentada en capítulos anteriores, como el CODEX (Codex Alimentarius Mundi 1983), recomiendan unos valores mínimos de \circ Brix de 10 para zumos de piña específicamente (de concentración simple); el CODEX, además, considera el caso de los zumos obtenidos a partir de concentrados, estableciendo un valor mínimo para los zumos de piña de estas características de 13.5 \circ Brix; según estas normas todos los zumos analizados en este estudio cumplirían la primera indicación (más de 10 \circ Brix) pero ninguno la segunda (más de 13.5 \circ Brix).

HART y FISHER (1977), recogen las normas americanas de FDA y USDA. La FDA recomienda un contenido mínimo de 10.5 \circ Brix , cumplido por todos los zumos analizados, y niveles de pulpa suspendida entre 5 y 30%; esto sólo lo cumple la muestra Z1, ya que los zumos analizados presentan niveles de pulpa suspendida inferiores a 5.

La norma USDA para la categoría A de zumos de piña establece las siguientes condiciones: Un mínimo de 12 °Brix, lo que únicamente cumple la muestra Z4, y unos niveles de pulpa suspendida entre 5 y 26 %, únicamente cumplido por la muestra Z1.

4.3.1.1.2.-Estudio de la variabilidad de los lotes de fabricación. Análisis de la varianza.

Los resultados de la aplicación de la Tabla de ADEVA a los datos correspondientes a la densidad y extracto seco (método de evaporación y a partir de Tablas), se muestran en la Tabla 32.

Ninguna de las muestras analizadas sufre variación significativa en la densidad debida al lote de fabricación. Igualess resultados se obtienen en la evaluación del extracto seco obtenido mediante la aplicación de Tablas; en este caso únicamente la muestra Z4 sufre variación significativa.

Los resultados correspondientes al extracto seco obtenido por el método de evaporación son más variables, encontrándose variaciones significativas en todas las muestras analizadas, excepto en el zumo Z1 y los néctares NL1, NC3 y NL5.

4.3.1.1.3.- Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza.

Para evaluar la posible influencia del tipo de envase (vidrio y metal), en los valores referentes a densidad, extracto seco y pulpa suspendida, de los néctares comerciales 2, 3 y 5, se ha aplicado la Tabla de ADEVA con

dos factores.

Los estadísticos, F de Fisher, obtenidos se recogen en la Tabla 33. De su comparación con los F críticos correspondientes (Tabla 14) se deduce que la marca comercial 2 es la que muestra mayores diferencias entre su producto néctar envasado en vidrio y el envasado en cristal, siendo estas diferencias claramente significativas para los valores referentes al extracto seco obtenido por evaporación y $\text{O}^{\circ}\text{Brix}$.

Las marcas comerciales 3 y 5 presentan un comportamiento más homogéneo, en cuanto a estos parámetros, en función de los tipos de envase.

En las tres marcas consideradas se cumple que los resultados relativos a la densidad son más elevados en los néctares envasados en vidrio que los correspondientes a los envasados en metal, y como consecuencia el extracto seco obtenido por Tablas, si bien, como se ha demostrado anteriormente estas diferencias no son significativas.

Tabla 32. - Influencia del lote en la densidad y extracto seco .

Análisis de la Varianza.

	Densidad	Evaporación	Extracto seco tablas
ZN	F4,5= 2.649	F4,8= 295.666	F4,5= 2.446
Z1	F2,3= 0.707	F2,3= 2.613	F2,3= 0.500
Z2	F2,3= 0.600	F2,4= 221.863	F2,3= 1.000
Z3	F2,3= 1.500	F2,7= 1.365	F2,3= 1.500
Z4	F2,3= 1.581	F2,3= 153.713	F2,3= 21.698
NL1	F2,3= 0.103	F2,9= 4.118	F2,5= 0.247
NC2	F2,3= 0.277	F2,6= 27.085	F2,3= 0.200
NL2	F2,3= 2.643	F2,6= 21.206	F2,3= 2.545
NC3	F2,3= 1.499	F2,9= 1.704	F2,3= 1.486
NL3	F2,3= 2.737	F2,5= 11.790	F2,3= 3.438
NC4	F2,3= 0.441	F2,3= 35.145	F2,3= 0.000
NC5	F2,3= 4.467	F2,3= 21.677	F2,5= 7.774
NL5	F2,3= 1.145	F2,3= 2.145	F2,3= 2.325

Tabla 33. - Influencia del envase en la Densidad, Extracto seco y Pulpa suspendida.

Análisis de la Varianza.

	Densidad	Evaporación	Extracto seco tablas	Brix	Pulpa Suspendida
<u>Marcas</u> <u>Comerciales</u>					
2	F1,2 = 32.332	F1,2 = 47.756	F1,2 = 33.231	F1,2 = 41.286	F1,2 = 37.373
3	F1,2 = 1.435	F1,2 = 18.925	F1,2 = 1.480	F1,2 = 12.250	F1,2 = 0.000
5	F1,2 = 0.930	F1,2 = 10.614	F1,2 = 0.479	F1,2 = 0.676	F1,2 = 17.570

4.3.1.2.- pH, acidez titulable y ácidos orgánicos.

Los resultados obtenidos de la determinación del pH en las muestras analizadas se recogen en la Tabla 34.

Los ácidos orgánicos se han determinado por cromatografía líquida de alta eficacia (CLAE). Los perfiles cromatográficos obtenidos, no han mostrado grandes diferencias entre las distintas muestras analizadas; por ello , como representación gráfica se han seleccionando los siguientes, Gráfica 13: Correspondiente a la piña fresca, Gráfica 14: Zumo natural, Gráfica 15: Concentrado, Gráficas 16: Zumo comercial, Z3 y Gráfica 17: Néctar NL2 .

Los resultados de los ácidos cuantificados en las muestras por cromatografía líquida de alta eficacia, así como los resultados relativos a la acidez titulable se muestran en la Tabla 35: Relativa a la piña fresca; Tabla 36: Zumo natural; Tabla 37: Concentrado; Tablas 38 a 42: Zumos comerciales y Tablas 44 a 51: Néctares.

Dado que el ácido orgánico mayoritario de la piña es el ácido cítrico, los resultados de la acidez titulable vienen expresados en g de ácido cítrico anhidro.

No obstante, en la Legislación aparecida en noviembre de 1991 se indica que la acidez debe expresarse en ácido tartárico, lo que nos parece poco recomendable para esta fruta.

Los valores totales medios de las muestras analizadas quedan reflejados en la Tabla 43: Para la piña fresca, zumo natural, concentrado y zumos

comerciales y Tabla 52: Para los néctares.

Se ha realizado la representación gráfica, mediante diagrama de barras de los contenidos medios de los ácidos orgánicos mayoritarios, cítrico y málico, como queda reflejado en la Gráfica 18 para la piña fresca, zumo natural, concentrado y zumos comerciales y en la Gráfica 19 para los néctares.

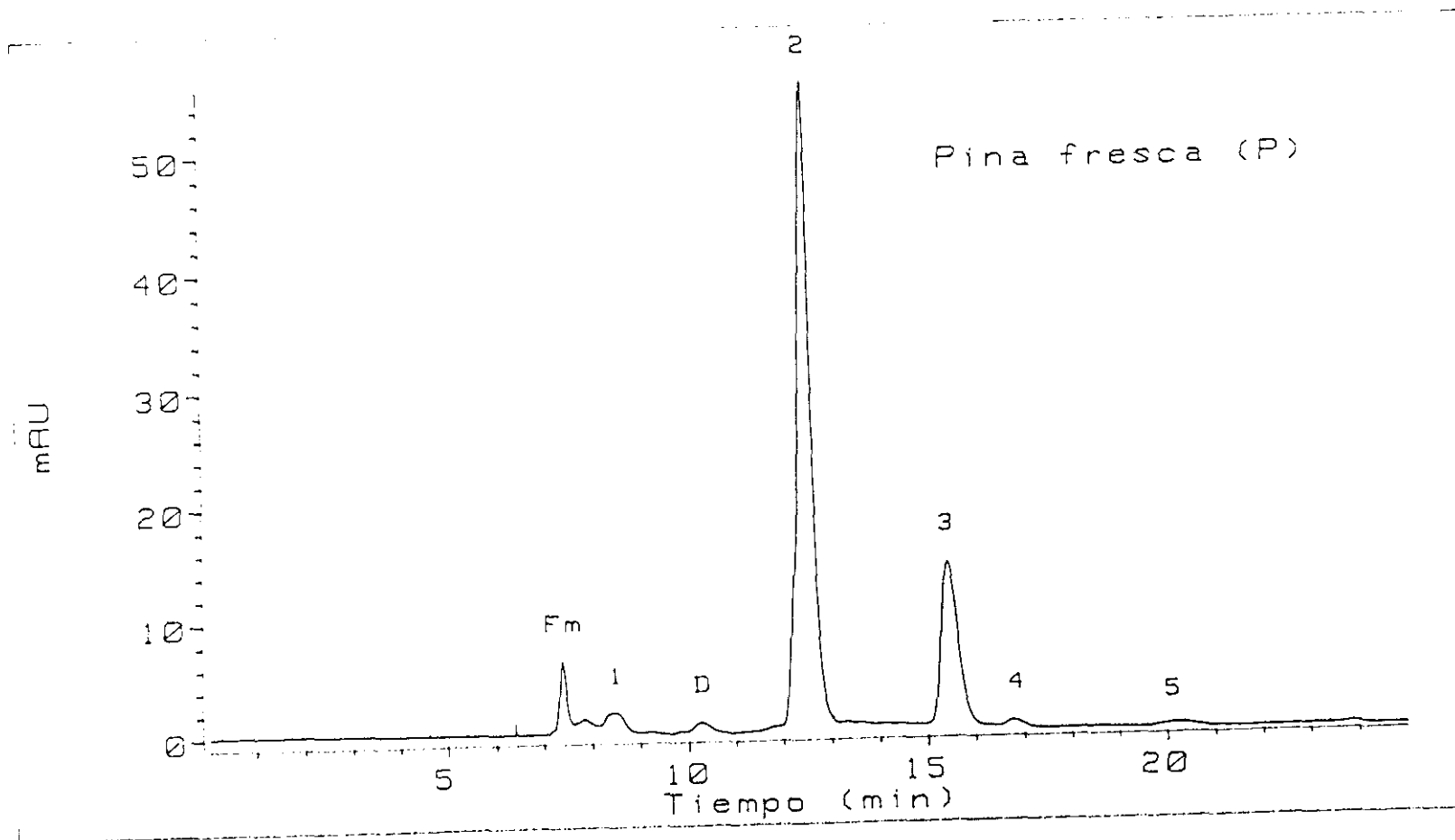
Tabla 34.- pH de Piña natural, Zumo natural de piña, Concentrado de
de zumo de piña, zumos y néctares comerciales de piña.

<u>Nº lote:</u>	<u>L 1</u>	<u>L 2</u>	<u>L 3</u>	<u>L 4</u>	<u>L 5</u>	<u>-----</u>	<u>Total</u>	<u>-----</u>
						X ±	DE	CV
<u>Muestras</u>								
P	3.70	3.72	3.70	3.75	3.71	3.716 ±	0.021	0.005
ZN	3.56	3.66	3.76	3.63	3.69	3.660 ±	0.074	0.018
CC	3.70	3.83	-	-	-	3.765 ±	0.092	0.017
Z 1	3.60	3.38	3.73	-	-	3.570 ±	0.177	0.040
Z 2	3.02	3.00	2.98	-	-	3.000 ±	0.020	0.005
Z 3	4.00	3.73	3.77	-	-	3.833 ±	0.146	0.031
Z 4	4.36	4.20	4.23	-	-	4.260 ±	0.085	0.016
NL 1	3.86	3.82	3.92	-	-	3.866 ±	0.050	0.011
NC 2	3.13	3.08	3.60	-	-	3.270 ±	0.287	0.072
NL 2	3.91	3.67	3.32	-	-	3.633 ±	0.296	0.067
NC 3	3.41	3.33	3.40	-	-	3.380 ±	0.043	0.010
NL 3	3.53	3.28	3.51	-	-	3.440 ±	0.139	0.033
NC 4	3.45	3.44	3.44	-	-	3.443 ±	0.006	0.001
NC 5	3.25	3.27	3.27	-	-	3.263 ±	0.011	0.003
NL 5	2.95	3.68	3.23	-	-	3.287 ±	0.368	0.091

X = valor medio

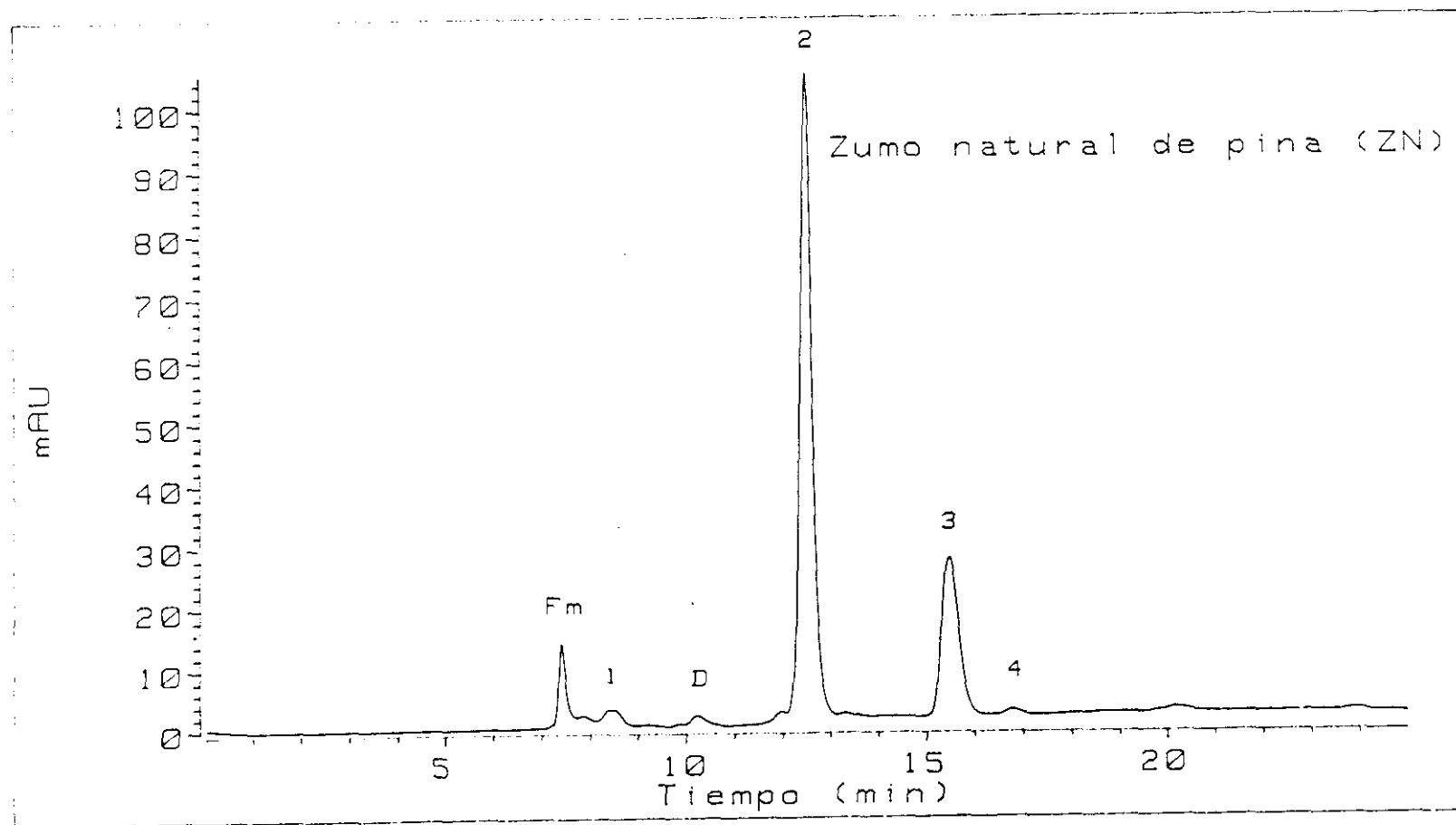
DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación



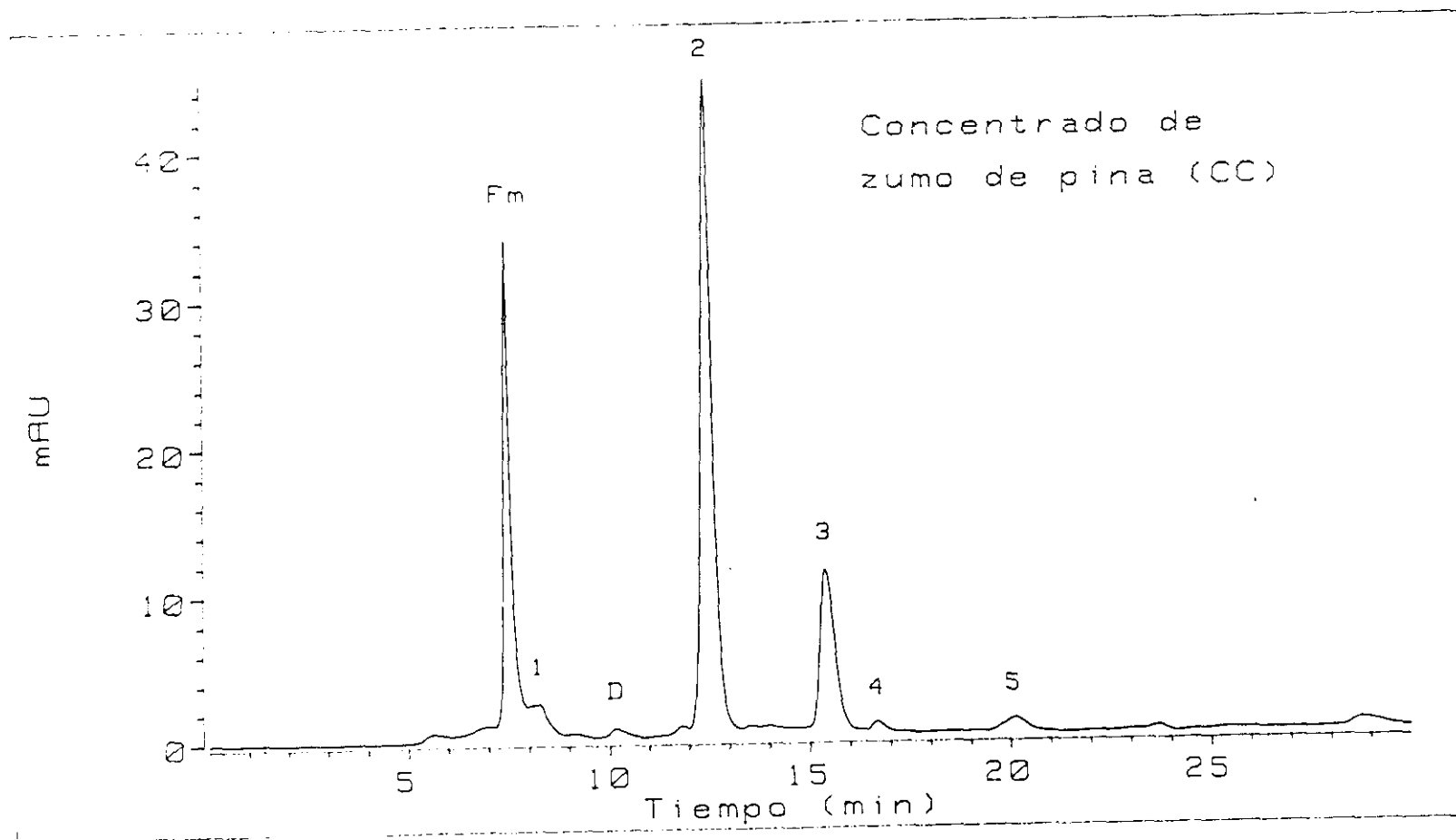
Gráfica 13.- Perfil cromatográfico del contenido en ácidos orgánicos de la Piña fresca.

(1: ac.oxálico; D: desconocido; 2: ac.cítrico; 3: ac.L-málico; 4: ac.quínico; 5: ac.succínico)



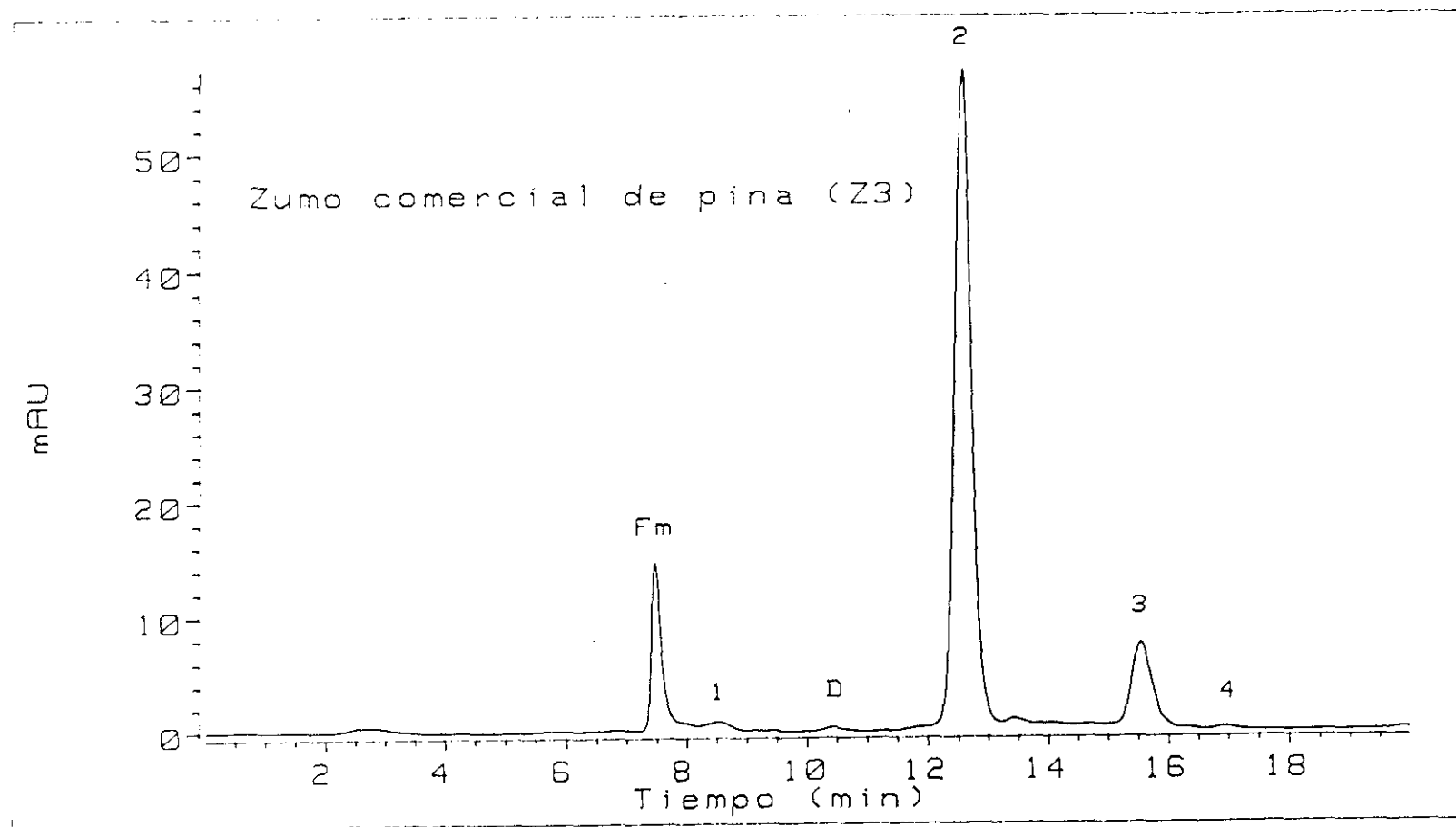
Gráfica 14.- Perfil cromatográfico del contenido en ácidos orgánicos del Zumo natural de piña: ZN.

(1: ac.oxálico; D: desconocido; 2: ac.cítrico; 3: ac.L-málico; 4: ac.quínico)



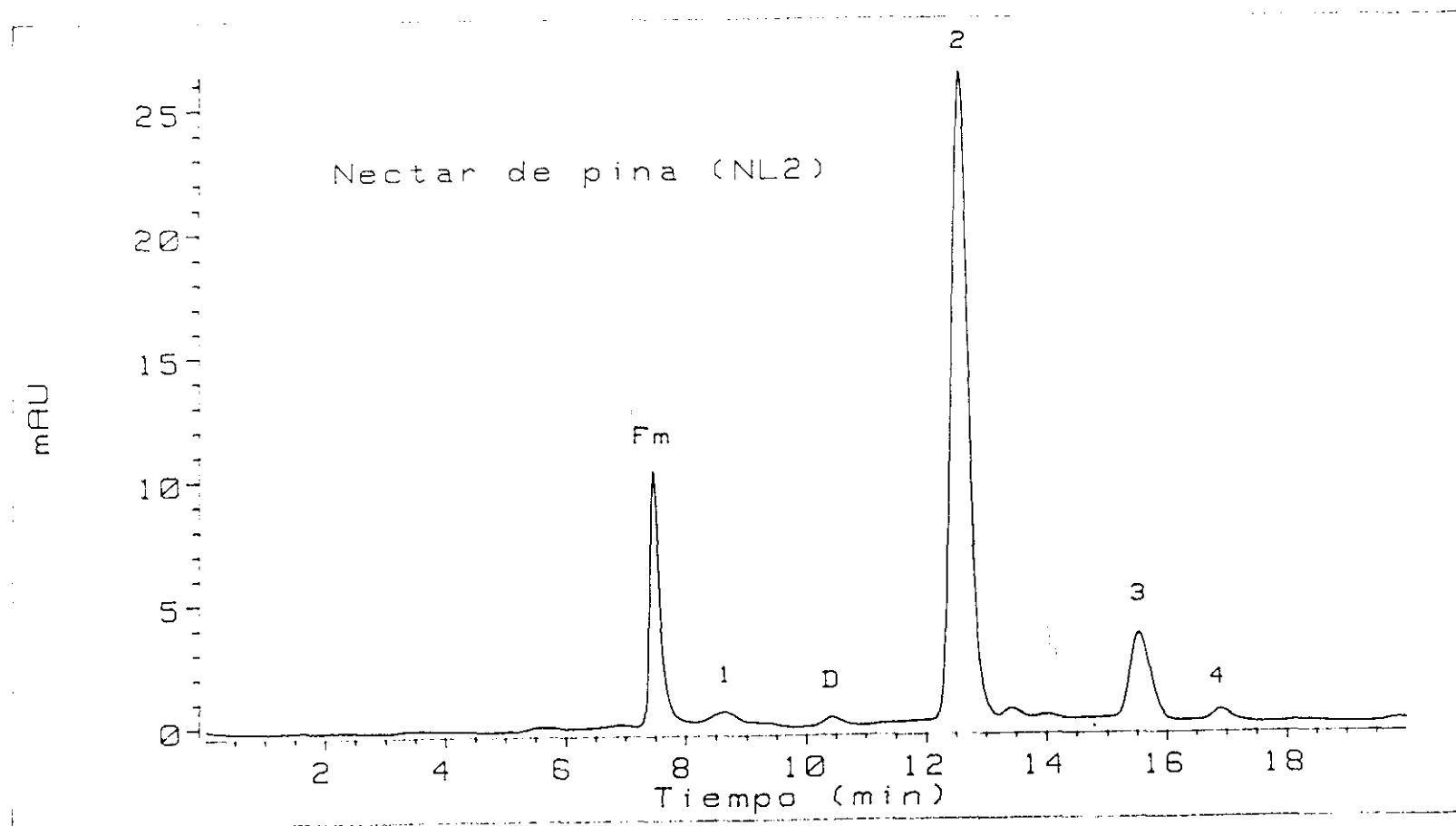
Gráfica 15.- Perfil cromatográfico del contenido en ácidos orgánicos del Concentrado de zumo de piña: CC.

(1: ac.oxálico; D: desconocido; 2: ac.cítrico; 3: ac.L-málico; 4: ac.quínico; 5: ac.succínico)



Gráfica 16.- Perfil cromatográfico del contenido en ácidos orgánicos del Zumo comercial de piña: Z3.

(1: ac.oxálico; D: desconocido; 2: ac.cítrico; 3: ac.L-málico; 4: ac.quínico)



Gráfica 17.- Perfil cromatográfico del contenido en ácidos orgánicos del Néctar de
piña: NL2.

(1: ac.oxálico; D: desconocido; 2: ac.cítrico; 3: ac.L-málico; 4: ac.quínico)

Tabla 35.- Ácidos orgánicos y acidez titulable en Piña fresca: P.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez</u> <u>Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	-	0.557	0.243	trazas	-	0.843	1.041
	DE		0.013	0.005			0.005	0.029
L2								
	X	-	0.564	0.282	trazas	-	0.846	1.093
	DE		0.009	0.004			0.005	0.014
L3								
	X	-	0.467	0.205	trazas	-	0.672	0.891
	DE		0.010	0.002			0.010	0.008
<u>Total</u>								
	X	-	0.529	0.243	trazas	-	0.787	1.015
	DE		0.049	0.035			0.089	0.098
	CV		0.085	0.131			0.104	0.088

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 36.- Ácidos orgánicos y acidez titulable en Zumo natural de piña: ZN.

	<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
	(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>							
L1							
X	trazas	1.121	0.422	trazas	trazas	1.543	1.030
DE		0.090	0.059			0.148	0.092
L2							
X	trazas	0.877	0.566	trazas	trazas	1.443	0.965
DE		0.173	0.024			0.148	0.005
L3							
X	trazas	0.593	0.394	trazas	trazas	0.986	0.881
DE		0.076	0.126			0.201	0.005
<u>Total</u>							
X	trazas	0.864	0.461	trazas	trazas	1.324	0.959
DE		0.254	0.104			0.295	0.078
CV		0.268	0.206			0.204	0.075

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 37.- Ácidos orgánicos y acidez titulable en Concentrado de zumo de piña: CC.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
X	-		2.239	1.121	0.094	-	3.453	2.932
DE			0.012	0.014	0.004		0.030	0.073
L2								
X	-		2.119	0.975	0.066	0.226	3.385	3.739
DE			0.046	0.005	0.006	0.010	0.035	0.160
<u>Total</u>								
X	-		2.179	1.048	0.080		3.385	3.336
DE			0.075	0.085	0.016		0.047	0.477
CV			0.029	0.070	0.179		0.012	0.124

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 38.- Ácidos orgánicos y acidez titulable del Zumo comercial de piña: Z 0.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	4.284	0.554	0.289	-	-	0.847	0.655
	DE	0.144	0.031	0.009	-	-	0.023	0.004
L2								
	X	3.283	0.380	0.219	-	trazas	0.601	0.664
	DE	0.308	0.009	0.006	-		0.015	0.026
L3								
	X	5.402	0.360	0.180	-	trazas	0.547	0.605
	DE	0.195	0.008	0.001	-		0.008	0.022
<u>Total</u>								
	X	4.323	0.431	0.229	-	trazas	0.665	0.642
	DE	0.964	0.096	0.049	-		0.143	0.032
	CV	0.203	0.204	0.196	-		0.197	0.046

X = valor medio.

DE = desviación estandard (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ácido cítrico/100mL.

Tabla 39.- Ácidos orgánicos y acidez titulable del Zumo comercial de piña: Z 1.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1	X	-	0.443	0.236	-	0.254	0.934	0.531
	DE	-	0.024	0.006	-	0.008	0.023	0.002
L2	X	-	0.600	0.261	trazas	0.500	1.361	0.639
	DE	-	0.005	0.017		0.000	0.012	0.001
L3	X	-	0.499	0.208	trazas	0.234	0.941	0.546
	DE	-	0.004	0.002		0.005	0.001	0.022
<u>Total</u>								
	X	-	0.514	0.235	trazas	0.329	1.079	0.572
	DE	-	0.072	0.025		0.132	0.219	0.053
	CV	-	0.127	0.099		0.368	0.186	0.084

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ácido cítrico/100mL

Tabla 40.- Acidos orgánicos y acidez titulable del Zumo comercial
de piña: Z 2.

	<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidos</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez</u> <u>Titulable</u>
	(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>							
L1							
X	1.538	0.488	0.167	trazas	trazas	0.656	0.677
DE	0.336	0.047	0.032		.	0.080	0.008
L2							
X	1.367	0.592	0.134	-	-	0.727	0.689
DE	0.308	0.007	0.000	-	-	0.006	0.014
L3							
X	3.021	0.649	0.201	trazas	trazas	0.853	0.702
DE	0.601	0.042	0.010			0.054	0.005
<u>Total</u>							
X	1.975	0.576	0.167	trazas	trazas	0.746	0.689
DE	0.880	0.078	0.034			0.099	0.014
CV	0.407	0.124	0.183			0.121	0.018

X = valor medio.

DE = desviación estandard (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100ml.

(b) = g/100ml.

(*) = g ácido cítrico/100mL.

Tabla 41.- Ácidos orgánicos y acidez titulable del Zumo comercial de piña: Z 3.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X trazas		0.214	0.125	-	-	0.339	0.448
	DE		0.015	0.039	-	-	0.054	0.008
L2								
	X trazas		0.225	0.153	-	-	0.378	0.469
	DE		0.012	0.004	-	-	0.016	0.005
L3								
	X trazas		0.513	0.268	-	-	0.781	0.456
	DE		0.009	0.002	-	-	0.011	0.004
<u>Total</u>								
	X trazas		0.317	0.182	-	-	0.499	0.458
	DE		0.151	0.070	-	-	0.220	0.011
	CV		0.435	0.353	-	-	0.402	0.021

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g de cítrico/100mL

Tabla 42.- Ácidos orgánicos y acidez titulable del Zumo comercial de piña: Z 4.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	2.638	0.327	0.268	-	-	0.597	0.622
	DE	0.385	0.000	0.004	-	-	0.004	0.010
L2								
	X	4.490	0.641	0.256	-	-	0.901	0.603
	DE	0.031	0.009	0.005	-	-	0.084	0.010
L3								
	X	5.937	0.575	0.251	-	-	0.831	0.610
	DE	0.720	0.013	0.015	-	-	0.027	0.009
<u>Total</u>								
	X	4.355	0.514	0.258	-	-	0.777	0.612
	DE	1.523	0.153	0.010	-	-	0.148	0.011
	CV	0.319	0.273	0.037	-	-	0.174	0.017

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ácido cítrico/100mL.

Tabla 43.- Valores totales medios de ácidos orgánicos y acidez titulable en Piña fresca, Zumo natural de piña, Concentrado de zumo de piña y Zumos comerciales.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Muestras</u>								
P								
	X	-	0.529	0.243	trazas	-	0.787	1.015
	DE		0.049	0.035			0.089	0.098
ZN								
	X	trazas	0.864	0.461	trazas	trazas	1.324	0.959
	DE		0.254	0.104			0.295	0.078
CC								
	X	-	2.179	1.048	0.080		3.385	3.336
	DE		0.075	0.085	0.016		0.047	0.477
Z 0								
	X	4.323	0.431	0.229	-	trazas	0.665	0.642
	DE	0.964	0.096	0.049	-		0.143	0.032
Z 1								
	X	-	0.514	0.235	trazas	0.329	1.079	0.572
	DE	-	0.072	0.025		0.132	0.219	0.053
Z 2								
	X	1.975	0.576	0.167	trazas	trazas	0.746	0.689
	DE	0.880	0.078	0.034			0.099	0.014
Z 3								
	X	trazas	0.317	0.182	-	-	0.499	0.458
	DE		0.151	0.070	-	-	0.220	0.011
Z 4								
	X	4.355	0.514	0.258	-	-	0.777	0.612
	DE	1.523	0.153	0.010	-	-	0.148	0.011

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 44.- Acidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NL 1.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidos</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez</u> <u>Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	-	0.365	0.325	-	-	0.690	0.650
	DE		0.033	0.029			0.062	0.003
L2								
	X	-	0.342	0.304	-	-	0.646	0.648
	DE		0.029	0.000			0.030	0.001
L3								
	X	-	0.388	0.345	-	-	0.733	0.641
	DE		0.000	0.001			0.001	0.009
<u>Total</u>								
	X	-	0.365	0.325	-	-	0.690	0.647
	DE		0.028	0.022			0.050	0.006
	CV		0.072	0.063			0.066	0.008

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 45.- Ácidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NC 2.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez</u> <u>Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	2.347	0.284	0.335	-	-	0.355	0.400
	DE	1.535	0.042	0.362			0.029	0.004
L2								
	X	3.433	0.505	0.196	-	-	0.705	0.406
	DE	1.475	0.002	0.008			0.007	0.005
L3								
	X	3.403	0.400	0.193	-	-	0.596	0.416
	DE	2.677	0.087	0.010			0.100	0.010
<u>Total</u>								
	X	3.061	0.397	0.241	-	-	0.552	0.408
	DE	1.626	0.108	0.177			0.166	0.009
	CV	0.485	0.248	0.671			0.275	0.020

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 46.- Ácidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NL 2.

	<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales (CLAE)</u>	<u>Acidez Titulable</u>
	(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>							
L1							
X	2.154	0.430	0.126	-	-	0.558	0.341
DE	0.532	0.037	0.022			0.059	0.000
L2							
X	3.616	0.464	0.181	-	-	0.648	0.332
DE	0.523	0.078	0.029			0.107	0.005
L3							
X	1.445	0.554	0.131	-	-	0.686	0.363
DE	0.416	0.024	0.003			0.019	0.005
<u>Total</u>							
X	2.405	0.483	0.146	-	-	0.631	0.346
DE	1.061	0.070	0.032			0.081	0.015
CV	0.402	0.133	0.199			0.117	0.039

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 47.- Ácidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NC 3.

	<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos Totales (CLAE)</u>	<u>Acidez Titulable</u>
	(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>							
L1							
X	2.626	0.387	0.205	-	-	0.595	0.448
DE	0.192	0.095	0.083			0.179	0.008
L2							
X	2.516	0.507	0.197	-	-	0.705	0.469
DE	0.501	0.020	0.008			0.027	0.005
L3							
X	2.863	0.435	0.228	-	-	0.666	0.456
DE	0.240	0.038	0.024			0.062	0.004
<u>Total</u>							
X	2.668	0.443	0.210	-	-	0.655	0.458
DE	0.307	0.071	0.041			0.099	0.011
CV	0.105	0.147	0.181			0.138	0.021

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 48.- Acidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NL 3.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidos</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez</u> <u>Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	trazas	0.430	0.158	-	-	0.587	0.391
	DE		0.108	0.70			0.177	0.008
L2								
	X	-	0.591	0.192	-	-	0.784	0.446
	DE		0.176	0.027			0.204	0.022
L3								
	X	-	0.212	0.090	-	-	0.302	0.398
	DE		0.006	0.002			0.009	0.000
<u>Total</u>								
	X	-	0.411	0.147	-	-	0.558	0.412
	DE		0.193	0.057			0.248	0.029
	CV		0.429	0.356			0.406	0.064

X = valor medio.

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.citrico/100mL.

Tabla 49.- Ácidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NC 4.

	<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Ácidos</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez</u> <u>Titulable</u>
	(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>							
L1							
X	0.929	0.199	0.096	-	-	0.295	0.520
DE	0.114	0.004	0.001			0.003	0.022
L2							
X	0.841	0.186	0.083	-	-	0.270	0.527
DE	0.009	0.006	0.004			0.009	0.004
L3							
X	0.774	0.186	0.080	-	-	0.266	0.476
DE	0.227	0.006	0.004			0.002	0.031
<u>Total</u>							
X	0.848	0.190	0.086	-	-	0.277	0.508
DE	0.133	0.008	0.008			0.015	0.030
CV	0.144	0.038	0.084			0.049	0.054

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 50.- Acidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NC 5.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidos Totales</u> (CLAE)	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	2.858	0.437	0.209	trazas	-	0.650	0.592
	DE	0.001	0.004	0.007			0.010	0.023
L2								
	X	1.355	0.491	0.212	trazas	trazas	0.703	0.592
	DE	0.492	0.063	0.028			0.091	0.022
L3								
	X	1.968	0.397	0.178	trazas	trazas	0.577	0.580
	DE	1.005	0.049	0.030			0.078	0.005
<u>Total</u>								
	X	2.060	0.442	0.200	trazas	trazas	0.643	0.588
	DE	0.840	0.055	0.025			0.078	0.016
	CV	0.373	0.114	0.115			0.111	0.024

X = valor medio.

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 51.- Acidos orgánicos y acidez titulable en Néctar de piña: NL 5.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidos</u> <u>Totales</u> <u>(CLAE)</u>	<u>Acidez</u> <u>Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Nº lote</u>								
L1								
	X	-	0.518	0.187	trazas	-	0.705	0.574
	DE		0.053	0.016			0.069	0.009
L2								
	X	-	0.585	0.154	trazas	-	0.738	0.634
	DE		0.037	0.018			0.019	0.005
L3								
	X	trazas	0.466	0.221	-	-	0.687	0.605
	DE		0.010	0.002			0.008	0.100
<u>Total</u>								
	X	trazas	0.523	0.187	trazas	trazas	0.710	0.605
	DE		0.060	0.032			0.040	0.027
	CV		0.106	0.156			0.051	0.042

X = valor medio.

DE = desviación estandard (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Tabla 52.- Valores totales medios de ácidos orgánicos y acidez titulable en Néctares de piña.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>L-Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidos Totales (CLAE)</u>	<u>Acidez Titulable</u>
		(a)	(b)	(b)	(a)	(a)	(b)	(*)
<u>Muestras</u>								
NL 1	X	-	0.365	0.325	-	-	0.690	0.647
	DE		0.028	0.022			0.050	0.006
NC 2	X	3.061	0.397	0.241	-	-	0.552	0.408
	DE	1.626	0.108	0.177			0.166	0.009
NL 2	X	2.405	0.483	0.146	-	-	0.631	0.346
	DE	1.061	0.070	0.032			0.081	0.015
NC 3	X	2.668	0.443	0.210	-	-	0.655	0.458
	DE	0.307	0.071	0.041			0.099	0.011
NL 3	X	-	0.411	0.147	-	-	0.558	0.412
	DE		0.193	0.057			0.248	0.029
NC 4	X	0.848	0.190	0.086	-	-	0.277	0.508
	DE	0.133	0.008	0.008			0.015	0.030
NC 5	X	2.060	0.442	0.200	trazas	trazas	0.643	0.588
	DE	0.840	0.055	0.025			0.078	0.016
NL 5	X	trazas	0.523	0.187	trazas	trazas	0.710	0.605
	DE		0.060	0.032			0.040	0.027

X = valor medio.

DE = desviación estándar (n-1)

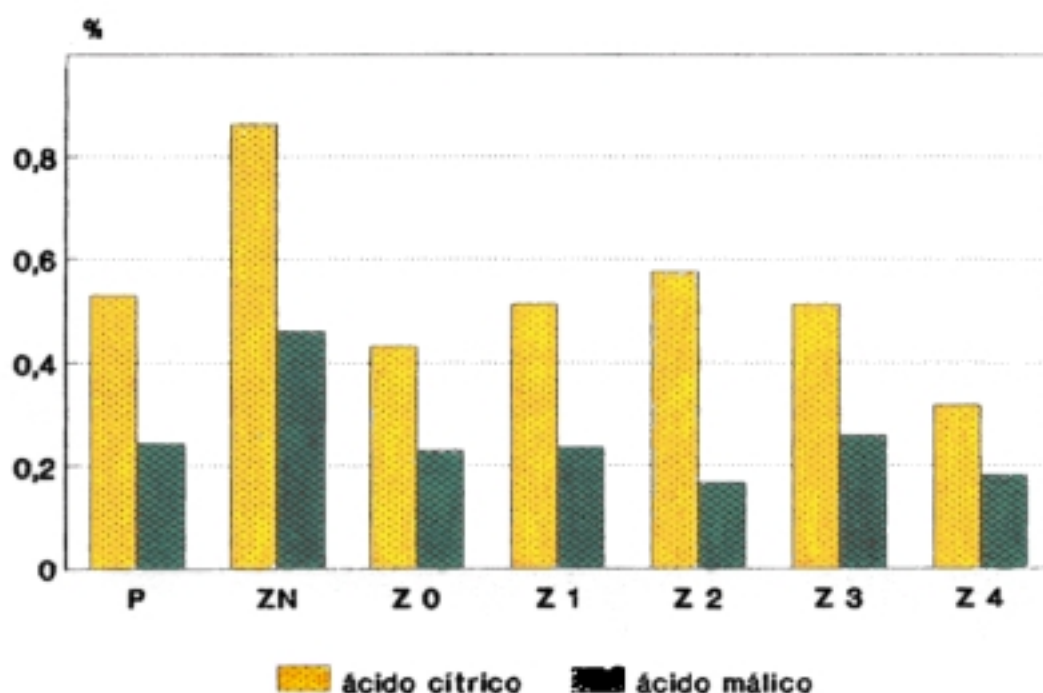
CV = coeficiente de variación

(a) = mg/100mL

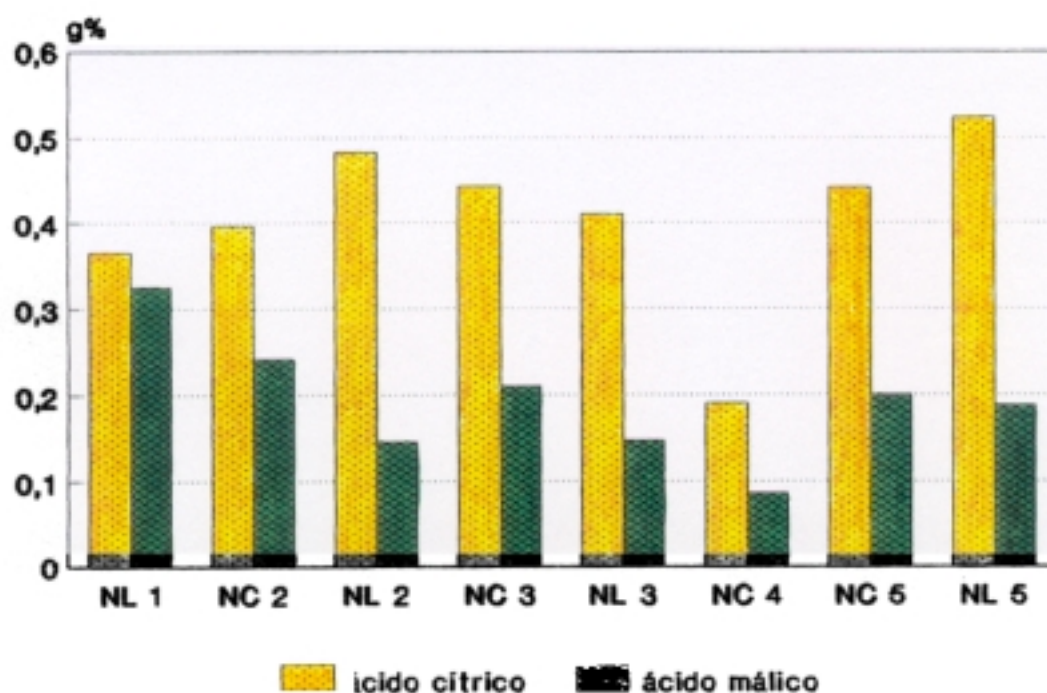
(b) = g/100mL

(*) = g ac.cítrico/100mL.

Gráfica 18.- Valores totales medios de los ácidos cítrico y málico en Piña fresca, Zumo natural de piña y Zumos comerciales de piña.



Gráfica 19.- Valores totales medios de los ácidos cítrico y málico en Néctares de piña.



Todas las muestras analizadas presentan valores de pH muy semejantes entre sí y con la piña fresca (3.716, Tabla 34) y su zumo natural (3.660, Tabla 34).

Para los zumos comerciales los valores de pH están comprendidos entre 2.980 para Z2 y 4.360 de Z4.

El rango de variación en los néctares analizados es aún menor, entre 2.950 del néctar NL5, y 3.920 de NL1. En general los néctares envasados en lata presentan valores de pH ligeramente superiores. (Tabla 34).

Respecto a los ácidos orgánicos presentes en las muestras analizadas, los perfiles cromatográficos obtenidos muestran que los ácidos orgánicos mayoritarios son el ácido cítrico y ácido L-málico. Tanto en la piña fresca como en su zumo natural se han detectado además trazas de los ácidos oxálico, quínico y succínico, (Gráficas 13 y 14); en las muestras de concentrado el perfil cromatográfico obtenido es similar, destacando la presencia a niveles cuantificables del ácido quínico (Gráfica 15).

Hay que destacar que en todas las muestras, tanto naturales como comerciales, se ha detectado un pico a un tiempo de retención cercano a 10, que tras diversos ensayos con otros ácidos: Malónico, fumárico, cetoglutarico, clorogénico, psiquínico, fosfórico, pirúvico, aspártico, glutámico y tartárico, no se ha conseguido identificar, por lo que se considera de interés para investigaciones posteriores.

Como ya hemos indicado, en la piña fresca se encuentra el ácido cítrico con un valor medio de (0.529 g/100g) y el ácido málico con media de (0.243g/100g), como ácidos orgánicos mayoritarios y el ácido quínico se encuentra a nivel de trazas, (Tabla 35).

En el zumo natural, obtenido por expresión de parte de esta pulpa, además de los ácidos mayoritarios cítrico, (0.864g/100mL) , málico

(0.461g/100mL) y las trazas de ácido quínico también encontradas en la piña fresca, se han detectado niveles traza, no cuantificables, de los ácidos oxálico y succínico (Tabla 36); esto puede explicarse considerando que los ácidos orgánicos forman parte de las estructuras internas celulares y que el proceso de obtención del zumo, por expresión drástica de la pulpa haya facilitado su liberación. Esta cesión de los ácidos orgánicos de la pulpa al zumo puede verse influida también por el estado de madurez de la piña, de manera que estados más avanzados de madurez suponen un ablandamiento de los tejidos, con la consiguiente facilidad de cesión de elementos intracelulares, lo que implica un aumento del rendimiento en la obtención del zumo y por tanto un mayor paso de ácidos orgánicos al mismo (SINGLENTON, 1965); ésta podría ser la causa de los elevados coeficientes de variación encontrados para los ácido cítrico (26.8%) y málico (20.6%) del zumo natural frente a los correspondientes de la piña natural de origen, ácido cítrico (8.5%) y ácido málico (13.1%). (Tablas 35 y 36 respectivamente).

El mayor coeficiente de variación de los resultados de ácido málico de la piña frente a los del ácido cítrico se debe, según diversos autores (KERMARSHA y col., 1987; PAUL, 1985; SINGLENTON y col., 1965; SINGLENTON y GORTNER, 1965) a que los niveles de ácido málico en las piñas son muy variables, dependiendo, no tanto del estado de madurez de la fruta, como de factores ambientales, especialmente la luminosidad, temperatura e irrigación.

La acidez titulable de la piña fresca es del orden de 1.015 g de ácido cítrico anhidro/100g, ligeramente superior al valor de ácidos totales determinados por CLAE.

En el zumo natural ocurre al contrario, encontrándose valores de acidez titulable (0.959 g de ácido cítrico anhidro/100mL) ligeramente inferiores al total de ácidos orgánicos determinados por CLAE, Tabla 36.

Los concentrados de zumo de piña muestran el mismo perfil cromatográfico que la piña fresca y el zumo natural, como ya comentamos anteriormente, cuantificándose los ácidos cítrico (2.179 g/100g), L-málico (1.048 g/100g) y quínico aunque éste en pequeña cantidad (0.080 mg/100g, Tabla 37). Debemos recordar que los concentrados presentan valores de °Brix 5 veces superiores al zumo natural lo que permite cuantificar el ácido quínico que en la piña fresca y su zumo natural se encontraba a nivel de trazas.

La acidez titulable del concentrado es de 3.336 g de ácido cítrico anhidro /100g, valor muy próximo al obtenido por la suma de los ácidos determinados por CLAE. Tabla 37.

De igual forma en los zumos comerciales se han encontrado como mayoritarios los ácidos cítrico (0.214 g/100mL como valor mínimo en la muestra Z3, Tabla 41, y 0.649 g/100mL como máximo en la muestra Z2, Tabla 40) y L-málico (con un mínimo de 0.125 g/100mL en la muestra Z3 y un máximo de 0.289 g/100mL en la muestra Z0 .Tablas 41 y 38 respectivamente).

El ácido oxálico aparece a niveles cuantificables en la muestra Z0 (4.323mg/100mL, Tabla 38), Z2 (1.975mg/100mL, Tabla 40) y Z4 (4.355mg/100mL, Tabla 42) y a nivel de trazas en la muestra Z3, (Tabla 41).

El ácido quínico se ha detectado a nivel de trazas únicamente en las muestras Z1 y Z2. (Tablas 39 y 40).

Por último, el ácido succínico, se ha encontrado en niveles cuantificables en la muestra Z1 (0.329 mg/100mL, Tabla 39) y niveles trazas en las muestras Z0 y Z2, (Tablas 38 y 40).

Por todo lo expresado anteriormente y dada la correspondencia del perfil de ácidos orgánicos de las piña fresca con los derivados comerciales, se

pueden considerar estos como parámetro útil en la caracterización de productos comerciales. (EVANS y col., 1983).

La acidez titulable, expresada en g de ácido cítrico anhidro / 100mL de muestra, de los zumos comerciales se encuentra entre 0.448 g/100mL de la muestra Z3 y 0.702 g/100mL de la muestra Z2 (Tablas 41 y 40).

En todos los zumos comerciales los valores de acidez titulable encontrados son ligeramente inferiores al valor total de ácidos obtenidos por CLAE (manteniéndose una relación ácidos totales/acidez titulable aproximadamente de valor 1) excepto en el caso de la muestra Z1. (Esta muestra es la única que presentaba niveles de ácido succínico cuantificables).

Los ácidos cítrico y L-málico, también se encuentran, en los néctares analizados, como ácidos orgánicos mayoritarios en niveles máximos y mínimos de: 0.186 g/100mL de la muestra NC4, (Tabla 49), y 0.591 g/100mL de la muestra NL3, (Tabla 48), para el ácido cítrico, y de 0.080 g/100mL de la muestra NC4, (Tabla 49), y 0.345 g/100mL de la muestra NL1, (Tabla 44), para el ácido L-málico.

El ácido oxálico presenta un comportamiento variable en los néctares analizados encontrándose en niveles cuantificables en las muestras NC2, NL2, NC3, NC4y NC5, (Tablas 45, 46, 47, 49, 50), y a nivel de trazas en la muestra NL5, (Tabla 51).

Los ácidos quínico y succínico se presentan únicamente a nivel de trazas en las muestras NC5 y NL5, (la misma marca comercial en distinto tipo de envase).(Tablas 50 y 51).

Los valores de acidez titulable en los néctares analizados varían entre 0.332 g de ácido cítrico anhidro /100mL para la muestra NL2, (Tabla 46), y 0.650 g/100mL para NL1, (Tabla 44). La relación con el contenido total

de ácidos orgánicos determinados por CLAE es muy variable, siendo únicamente próxima a la unidad en las muestras NL1, NC5 y NL5, (Tabla 52).

De la observación de la Tabla 43 y su correspondiente Gráfica 18 se deduce que la piña fresca, el zumo natural y los concentrados analizados presentan una relación ácido cítrico / ácido L-málico aproximadamente de 2; esta relación se mantiene en todos los zumos comerciales analizados excepto en la muestra Z2, en la que el contenido de ácido cítrico es 3.4 veces mayor que el correspondiente de ácido málico.

Respecto a los néctares, Tabla 52 y Gráfica 19, la mayoría de las muestras mantienen esta relación excepto la muestra NL2 con niveles muy superiores de ácido cítrico y las muestras NC2 y NL1 con comportamiento contrario. La muestra NC2 es el único néctar que no menciona en su envase la adición de ácido cítrico, si bien los resultados experimentales obtenidos para esta muestra no difieren del conjunto de néctares considerados, encontrándose niveles aún inferiores de este ácido en las muestras NL1 y NC4.

Dado que la mayoría de las muestras analizadas, especialmente las muestras naturales y zumos comerciales, mantienen la relación ácido cítrico / ácido L-málico aproximada a 2, podría considerarse esta relación como un posible índice de referencia en la composición de derivados de piña. (SINGLENTON y GORTNER, 1965).

4.3.1.2.1.- Comparación con datos bibliográficos.

Los valores de acidez titulable y ácidos orgánicos citados en la bibliografía se muestran en el Cuadro 6, siendo todos referentes a piña fresca, y uno sólo a zumos y néctares comerciales.

Los resultados obtenidos en esta memoria para la piña fresca se corresponden con los indicados por los diversos autores, teniendo en cuenta las posibles variaciones debidas al estado de madurez, métodos analíticos empleados etc.

Los resultados de ácidos orgánicos, obtenidos por LOPEZ - HERNANDEZ y col., en 1989, para zumos comerciales de piña son superiores a los encontrados en nuestras muestras en el caso del ácido cítrico y similares para el del ácido málico, mientras que los niveles de ambos ácidos en nuestros néctares son superiores a los indicados por estos mismos autores.

Cuadro 6.- CONTENIDO EN ACIDOS ORGANICOSSEGUN DIFERENTES AUTORES.

	<u>Acidez titulable</u> (a)	<u>Cítrico</u> (g%)	<u>Málico</u> (g%)	<u>Oxálico</u> (g%)	<u>Tartárico</u> (mg%)
<u>Piña fresca</u>					
BOLAND, 1972		0.770			
DULL, 1971	0.6 - 1.62	0.32 - 1.22	0.1 - 0.47	0.005	
KERNASHA y col., 1987	0.2 - 1.4				
SOUICI y col., 1986	0.700	0.630	0.094		19.0
(*)	1.015	0.529	0.243	trazas	
<u>Zumo natural</u>					
KRUEGER y col., 1992	0.46 - 1.210	0.439 - 1.151	0.073 - 0.391		
(*)	0.959	0.864	0.461	trazas	
<u>Zumos comerciales</u>					
LOPEZ y col., 1989		0.601	0.207		79.3
(*)	0.458 - 0.689	0.317 - 0.576	0.167 - 0.258	trazas	
<u>Néctares comerciales</u>					
LOPEZ y col., 1989		0.116	0.013		6.0
(*)	0.408 - 0.647	0.190 - 0.523	0.086 - 0.325		

(a) = g % de ácido cítrico anhidro

(*) = resultados obtenidos en este trabajo

4.3.1.2.2.- Estudio de la variabilidad de los lotes. Análisis de la varianza.

Los resultados del análisis de la varianza aplicado, se recogen en la Tabla 53.

En las piñas frescas, los distintos lotes analizados muestran resultados significativamente diferentes para los ácidos: cítrico, málico, ácidos totales y acidez titulable, debido fundamentalmente a los diferentes estados de madurez, origen geográfico y condiciones de cultivo, si bien esta variabilidad no se muestra en el zumo natural obtenido a partir de ella.

Los concentrados de zumo de piña de los dos lotes analizados muestran resultados diferentes, estadísticamente significativos, respecto a los contenidos de ácido málico y acidez titulable.

Los distintos lotes de los zumos comerciales, muestran resultados significativamente diferentes respecto a la mayoría de los ácidos determinados, especialmente el ácido cítrico. Solo la muestra Z2 no sufre variación significativa de estos parámetros en los diferentes lotes, pudiendo considerarse como la más constante en su composición respecto al contenido en ácidos.

Los néctares muestran gran homogeneidad en cuanto a la composición en ácidos de los distintos lotes, presentando únicamente variación significativa la muestra NC2 en su contenido de ácidos totales y la muestra NL2 respecto a la acidez titulable.

Tabla 53.- Influencia del lote en el contenido de Ácidos orgánicos y

Acidez titulable. Análisis de la varianza.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidez total</u>	<u>Acidez titulable</u>
<u>Muestras</u>								
P	F2,3 =	-	47.173	166.083	-	-	273.240	61.530
ZN	F2,3 =	-	9.578	2.597	-	-	6.234	3.910
CC	F2,3 =	-	12.838	193.892	26.021	-	4.350	41.923
Z0	F2,3 =	43.742	60.886	143.49	-	-	190.479	5.090
Z1	F2,3 =	-	58.061	12.642	-	1542.89	547.387	41.760
Z2	F2,3 =	8.712	9.958	5.778	-	-	378.000	3.293
Z3	F2,3 =	-	371.060	22.171	-	-	109.410	6.188
Z4	F2,3 =	24.559	20.022	1.644	-	-	19.419	2.185
NL1	F2,3 =	-	1.694	2.995	-	-	2.415	1.328
NC2	F2,3 =	0.196	7.901	0.299	-	-	17.727	3.264
NL2	F2,3 =	10.057	3.096	4.171	-	-	1.689	31.418
NC3	F2,3 =	0.545	2.001	0.208	-	-	0.518	8.739
NL3	F2,3 =	-	5.069	2.949	-	-	4.614	9.209
NC4	F2,3 =	0.558	3.523	11.325	-	-	13.070	3.153
NC5	F2,3 =	2.736	2.084	1.185	-	-	1.669	0.252
NL5	F2,3 =	-	4.893	11.642	-	-	0.771	26.089

4.3.1.2.3.- Estudio de la influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza.

La posible influencia del tipo de envase en el contenido de ácidos orgánicos de los néctares de las marcas comerciales 2, 3 y 5 se ha evaluado aplicando el test de ANOVA con dos factores, considerando el estadístico F de Fisher.

Los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 54.

Ninguno de los néctares de estas muestran variación significativa del pH debida al distinto tipo de envase.

La marca comercial 2 solo presenta variación significativa en los resultados referentes a la acidez titulable, siendo mayor en el néctar envasado en vidrio que en el envasado en metal.

En la marca 3 además de la variación significativa de la acidez titulable (mayor en el envase de vidrio, al igual que en el caso anterior), hay que destacar la presencia de ácido oxálico a niveles cuantificables en el néctar envasado en cristal y su ausencia total en el envasado en latas pequeñas.

Este mismo fenómeno de presencia de ácido oxálico en el néctar envasado en vidrio se repite en la marca comercial 5; en esta última el producto envasado en lata sí muestra trazas de este ácido. Esta marca comercial presenta resultados muy variables estadísticamente significativos respecto al ácido cítrico.

Por todo ello podemos considerar la marca comercial 2 como la más constante en su composición en ácidos tanto en el producto néctar (envasado en vidrio y metal) como en el zumo, como ya indicamos anteriormente.

Tabla 54. - Influencia del envase en el contenido de Ácidos orgánicos y Acidez titulable. Análisis de la varianza.

		<u>Oxálico</u>	<u>Cítrico</u>	<u>Málico</u>	<u>Quínico</u>	<u>Succínico</u>	<u>Acidez total</u>	<u>Acidez titulable</u>
<u>Marcas</u>								
Comerciales								
2	El, 2 =	0.988	1.836	2.662 -	-		1.092	98.560
3	El, 2 =	-	0.110	2.603 -	-		0.519	22.562
5	El, 2 =	-	126.940	0.174 -	-		8.840	0.834

4.3.1.2.4.- Análisis de correlaciones.

Se ha realizado el análisis de correlaciones para estudiar las posibles relaciones entre los ácidos orgánicos mayoritarios: ácido cítrico y L-málico, el contenido total de ácidos, los resultados relativos a la acidez titulable y el pH.

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 55 correspondiente a los zumos comerciales y Tabla 56 a los néctares.

En los zumos comerciales únicamente existe correlación (no significativa al 95% de confianza) entre el contenido de ácido cítrico y la acidez titulable; mientras que en el caso de los néctares (Tabla 56) las correlaciones significativas se encuentran entre el contenido en ácidos totales y los valores de ácido cítrico , fundamentalmente, y en menor medida de ácido málico.

Esto significa que la acidez de estos productos no depende solo de su contenido en ácidos orgánicos, sino que debe estar influida por otros parámetros, posiblemente el contenido mineral.

Tabla 55.- Matriz de correlaciones del contenido en ácidos de los Zumos comerciales de piña.

	Cítrico	L-málico	Acidos totales	Acidez titulable	pH
Cítrico	1.0000 (5) 0.0000				
L-málico	0.1432 (5) 0.8183	1.0000 (5) 0.0000			
A. totales	0.6724 (5) 0.2136	0.4651 (5) 0.4299	1.0000 (5) 0.0000		
A. titulable	0.8232 (5) 0.0868	0.0700 (5) 0.9109	0.3093 (5) 0.6125	1.0000 (5) 0.0000	
pH	- 0.3614 (5) 0.5500	0.6690 (5) 0.2169	- 0.0987 (5) 0.8745	- 0.5040 (5) 0.3866	1.0000 (5) 0.0000

Tabla 56.- Matriz de correlaciones del contenido en ácidos de los Néctares de piña.

	Cítrico	L-málico	Acidos totales	Acidez titulable	pH
Cítrico	1.0000 (8) 0.0000				
L-málico	0.2700 (8) 0.5178	1.0000 (8) 0.0000			
A. totales	0.8767 (8) 0.0043	0.6525 (8) 0.0794	1.0000 (8) 0.0000		
A. titulable	- 0.696 (8) 0.8698	0.4550 (8) 0.2573	0.2552 (8) 0.5418	1.0000 (8) 0.0000	
pH	- 0.1923 (8) 0.6483	0.3568 (8) 0.3856	0.1209 (8) 0.7755	0.1242 (8) 0.7695	1.0000 (8) 0.0000

4.3.1.3.- Azúcares solubles.

La identificación de los azúcares solubles presentes en las muestras problema se ha realizado por CLAE.

Los perfiles cromatográficos de los azúcares obtenidos se han agrupado por marcas comerciales, con el fin de poder comparar, dentro de una misma marca comercial, los diferentes azúcares presentes en sus productos (zumos y néctares).

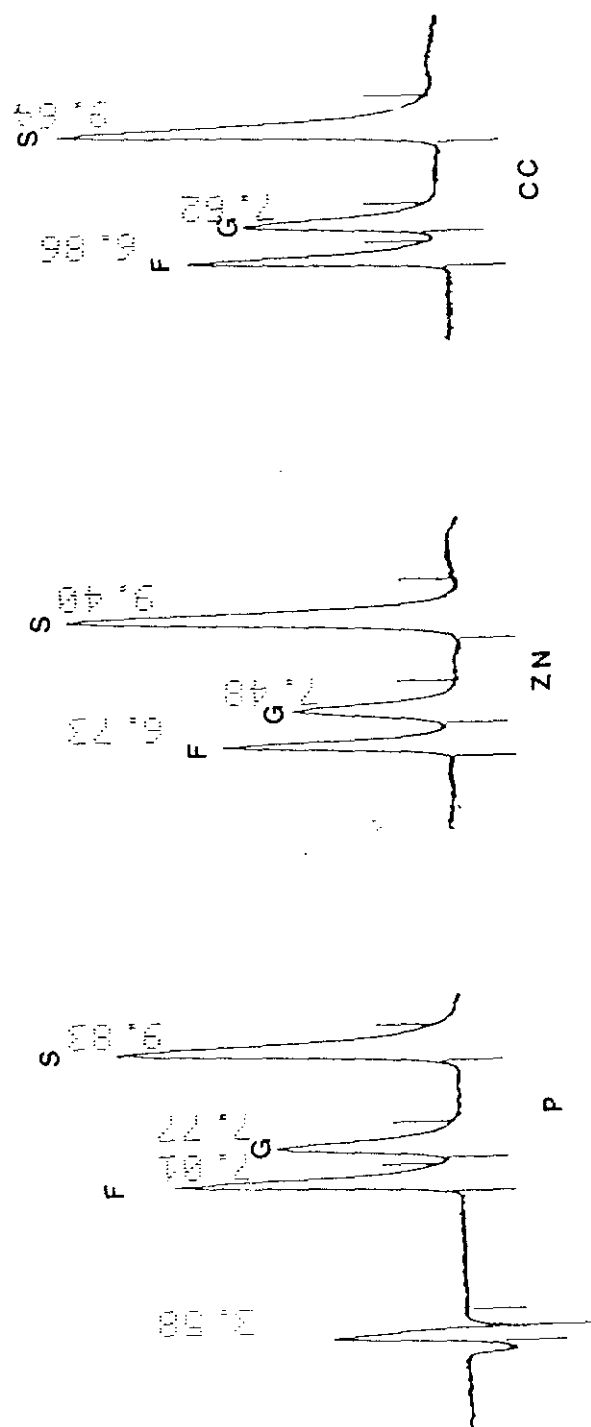
Así, la Gráfica 20 corresponde a los perfiles de piña fresca, zumo natural y concentrado; Gráfica 21: Referente a la marca 0 (zumo comercial); Gráfica 22: Marca comercial 1 (zumo y néctar en envase metálico); Gráfica 23: Marca comercial 2 (zumo comercial, néctar en envase de vidrio y nectar en envase metálico); Gráfica 24: Marca comercial 3 (zumo comercial, néctar en envase de vidrio y nectar en envase metálico); Gráfica 25: Marca comercial 4 (zumo comercial y néctar en envase de vidrio); Gráfica 26: Marca comercial 5 (néctar comercial en envase de vidrio y metálico).

Los contenidos de los azúcares, fructosa, glucosa y sacarosa determinados por cromatografía líquida de alta eficacia, el contenido de azúcares totales (como suma de los anteriores) y el valor de azúcares totales obtenido por el método colorimétrico de la antrona se muestran en la Tabla 57: Referente a la piña fresca; Tabla 58: Zumo natural; Tabla 59: Concentrado; Tablas 60 a 63: Zumos comerciales y Tablas 65 a 72: Néctares; éstos, además de los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa, presentan maltosa en su composición.

Al igual que en las determinaciones anteriores los valores totales medios

de las diferentes muestras se recogen en la Tabla 64: Piña fresca, zumo natural, concentrado y zumos comerciales y Tabla 73: Néctares.

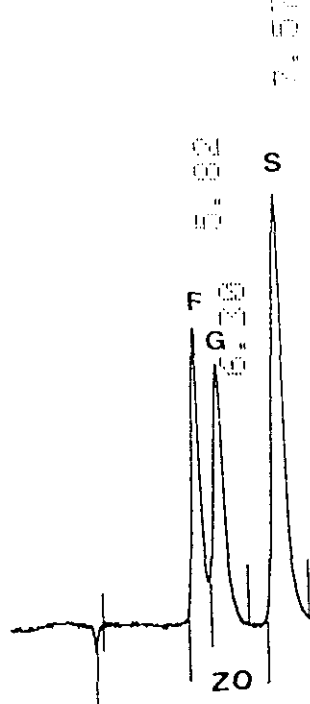
La representación Gráfica de los valores medios totales de las muestras analizadas se ha realizado mediante diagrama de barras como puede verse en la Gráfica 27: Correspondiente a la piña natural, zumo natural y zumos comerciales y la Gráfica 28: Correspondiente a los néctares analizados.



Gráfica 20.- Perfil cromatográfico del contenido en azúcares de la Piña fresca,

Zumo natural de piña y Concentrado de zumo de piña.

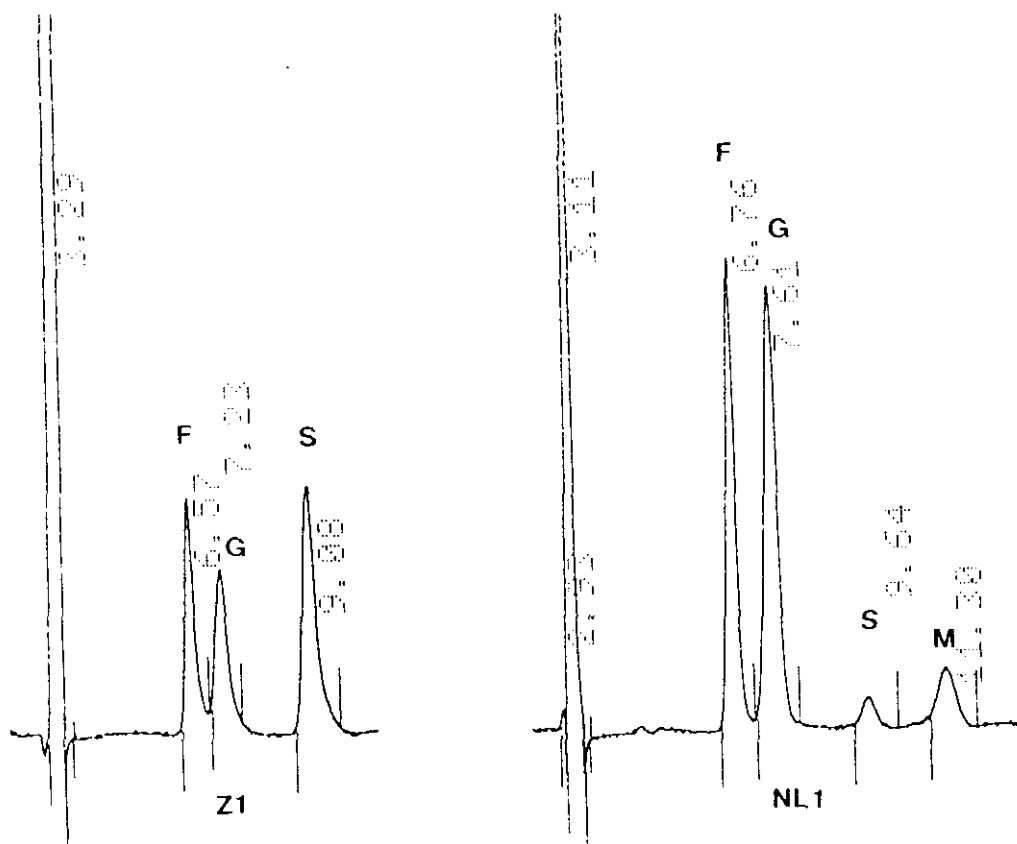
(F: Fructosa; G: Glucosa; S: Sacarosa)



Gráfica 21.- Perfil cromatográfico del contenido en azúcares del Zumo

comercial de piña: Z0.

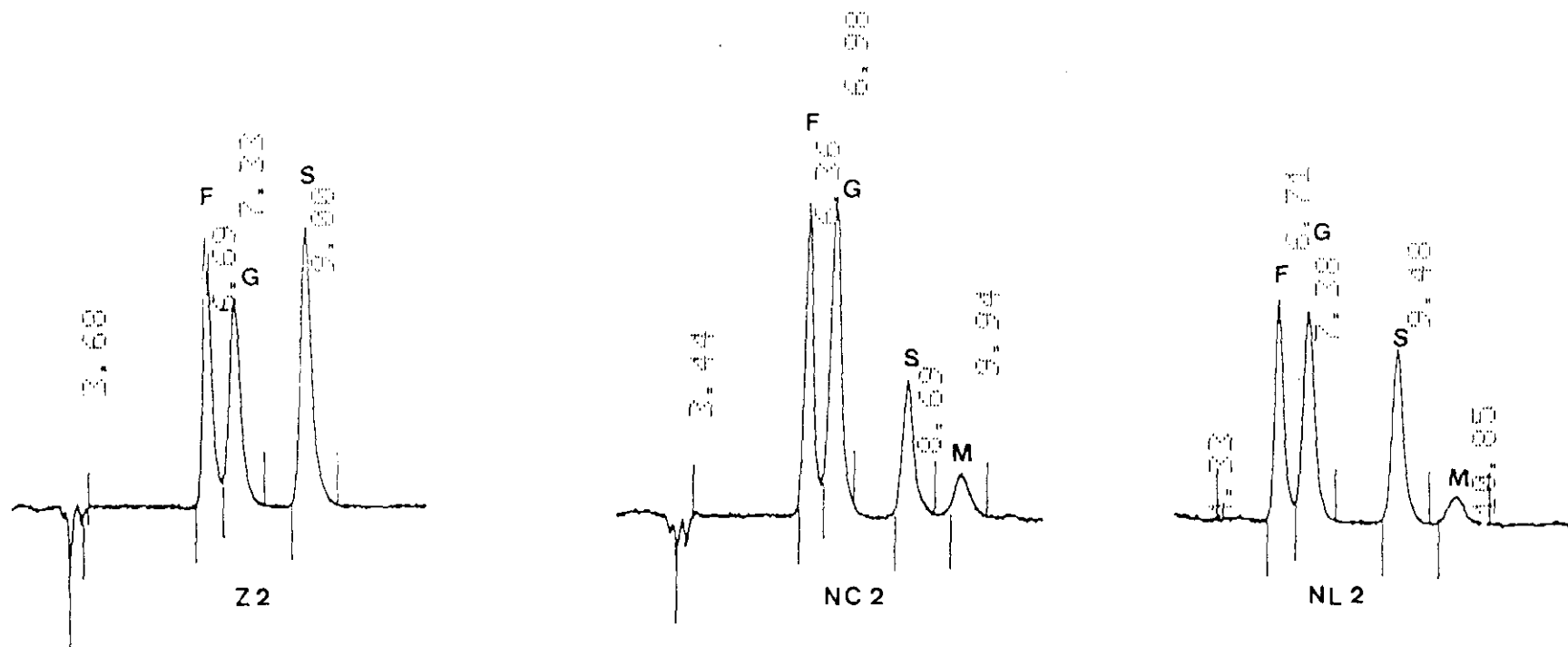
(F: Fructosa; G: Glucosa; S: Sacarosa)



Gráfica 22.- Perfil cromatográfico del contenido en azúcares del Zumo

comercial de piña: Z1 y Néctar de piña: NL1.

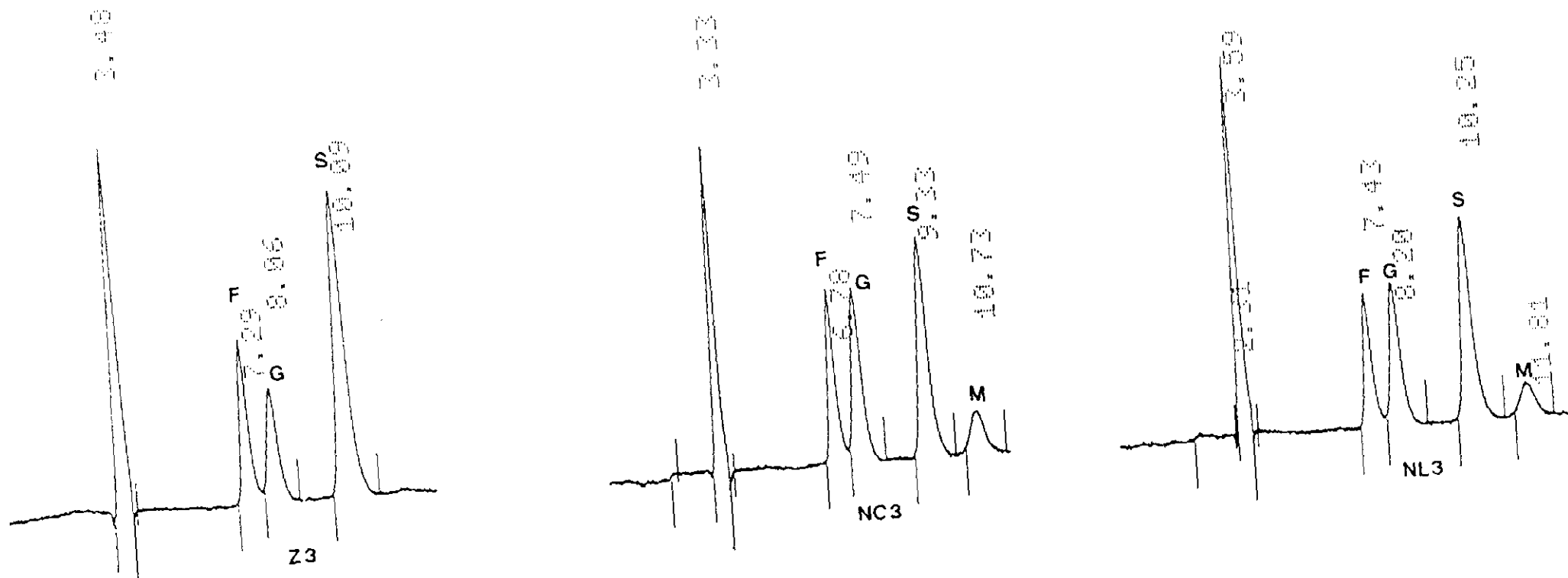
(F: Fructosa; G: Glucosa; S: Sacarosa; M: Maltosa)



Gráfica 23.- Perfil cromatográfico del contenido en azúcares del Zumo

comercial de piña: Z2 y Néctares de piña: NC2 y NL2.

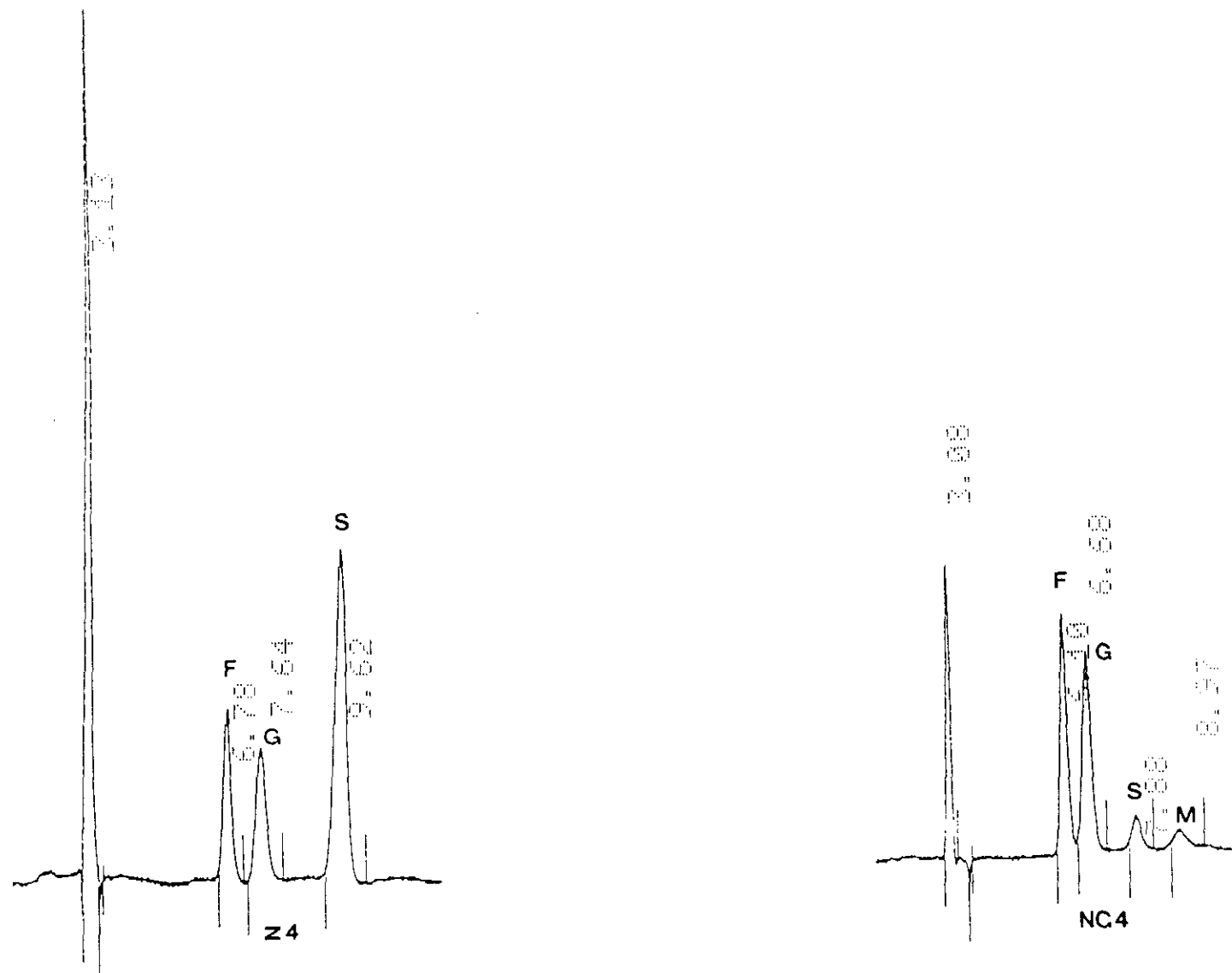
(F: Fructosa; G: Glucosa; S: Sacarosa; M: Maltosa)



Gráfica 24.- Perfil cromatográfico del contenido en azúcares del Zumo

comercial de piña: Z3 y Néctares de piña: NC3 y NL3.

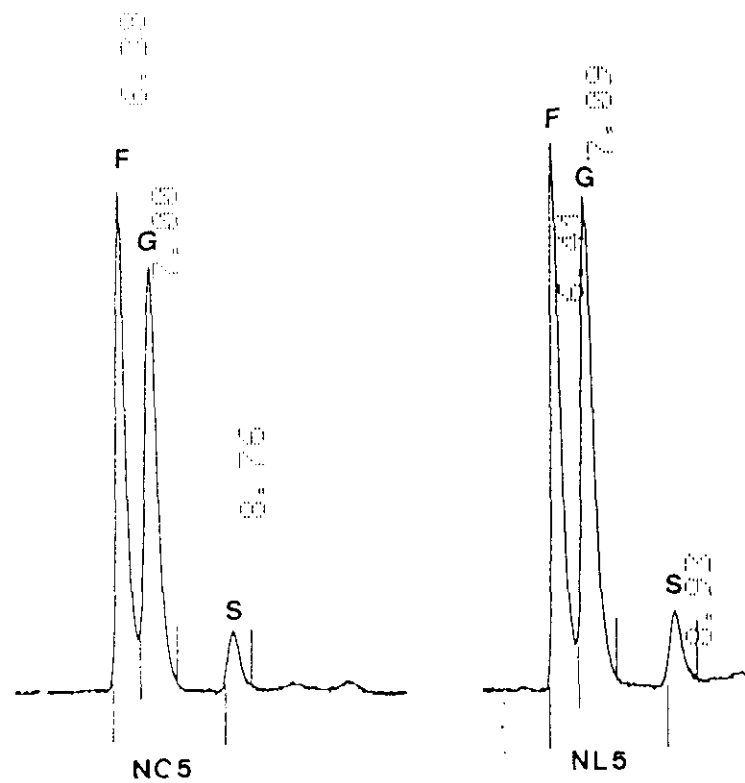
(F: Fructosa; G: Glucosa; S: Sacarosa; M: Maltosa)



Gráfica 25.- Perfil cromatográfico del contenido en azúcares del Zumo

comercial de piña: Z4 y Néctar de piña: NC4.

(F: Fructosa; G: Glucosa; S: Sacarosa; M: Maltosa)



Gráfica 26.- Perfil cromatográfico del contenido en azúcares de los Néctares

de piña: NC5 y NL5.

(F: Fructosa; G: Glucosa; S: Sacarosa; M: Maltosa)

Tabla 57.- Azúcares en Piña fresca: P.

(g/100g)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> (m.CLAE)	<u>Totales ---</u> (m.Antrona)
<u>nº lote</u>						
L1	X	2.706	2.427	4.273	9.406	13.102
	DE	0.055	0.013	0.440	0.372	0.654
L2	X	2.667	2.417	4.584	9.668	9.974
	DE	0.310	0.207	1.429	0.911	0.659
L3	X	2.403	2.329	9.075	13.806	14.642
	DE	0.494	0.551	0.982	2.029	0.799
L4	X	1.369	1.220	2.479	5.068	7.466
	DE	0.216	0.196	0.385	0.795	1.240
L5	X	1.104	0.730	4.811	6.645	9.282
	DE	0.230	0.115	0.207	0.097	0.299
Total						
	X	1.914	1.683	4.811	8.408	11.008
	DE	0.755	0.788	2.274	3.199	2.852
	CV	0.377	0.448	0.453	0.364	0.250

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 58.- Azúcares en Zumo natural de piña: ZN.

(g/100mL.)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> (m.CLAE)	<u>Totales ---</u> (m.Antrona)
<u>Nº</u>	<u>lote</u>					
L1	X	2.792	2.443	4.927	10.163	14.883
	DE	0.044	0.165	0.772	0.563	0.294
L2	X	2.823	2.560	3.510	8.893	13.378
	DE	0.910	0.764	0.397	1.276	0.249
L3	X	2.231	2.086	4.135	8.453	15.089
	DE	0.115	0.001	0.233	0.125	0.104
L4	X	1.833	1.775	3.484	7.092	12.919
	DE	0.140	0.180	0.085	0.044	1.631
L5	X	2.872	2.670	4.600	10.142	15.119
	DE	0.421	0.365	0.416	0.370	1.292
Total	X	2.510	2.307	4.131	8.949	14.317
	DE	0.551	0.455	0.692	1.303	1.126
	CV	0.208	0.187	0.159	0.138	0.076

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 59.- Azúcares en Concentrado de zumo de piña: CC.
(g/100g)

<u>Nº lote</u>		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> (m.CLAE)	<u>Totales ---</u> (m.Antrona)
L1	X	10.300	10.343	21.035	41.677	44.434
	DE	0.090	0.161	0.240	0.311	1.584
L2	X	8.433	9.508	28.778	46.719	50.846
	DE	0.007	0.213	0.009	0.229	0.996
Total	X	9.366	9.926	24.906	44.198	47.640
	DE	1.079	0.506	4.473	2.919	3.857
	CV	0.099	0.044	0.155	0.057	0.070

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 60.- Azúcares en Zumo comercial de piña: Z 1.

(g/100mL)

<u>No lote</u>		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> (m.CLAE)	<u>Totales ---</u> (m.Antrona)
L1	X	2.746	2.494	4.194	9.435	12.870
	DE	0.054	0.055	0.004	0.113	1.152
L2	X	2.262	1.991	5.036	9.289	10.673
	DE	0.120	0.064	0.197	0.382	0.480
L3	X	2.301	2.157	3.635	8.093	10.165
	DE	0.258	0.347	0.068	0.537	0.516
Total						
	X	2.437	2.214	4.288	8.939	11.236
	DE	0.273	0.279	0.637	0.723	1.421
	CV	0.102	0.115	0.136	0.074	0.115

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 61.- Azúcares en Zumo comercial de piña: Z 2.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> (m.CLAE)	<u>Totales ---</u> (m.Antrona)
<u>Nº lote</u>						
L1	X	2.927	3.260	6.326	12.198	14.243
	DE	0.270	0.025	0.775	1.464	0.047
L2	X	3.302	3.306	4.064	10.672	13.899
	DE	0.107	0.205	0.090	0.402	0.723
L3	X	3.328	3.348	4.118	10.794	10.803
	DE	0.215	0.061	0.508	0.662	0.305
Total						
	X	3.186	3.305	4.836	11.222	12.982
	DE	0.258	0.104	1.227	1.060	1.731
	CV	0.074	0.029	0.232	0.086	0.122

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 62.- Azúcares en Zumo comercial de piña: Z 3.

(g/100mL)

<u>Nº lote</u>		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> <u>(m.CLAE)</u>	<u>Totales ---</u> <u>(m.Antrona)</u>
L1	X	2.168	2.051	5.177	9.397	12.692
	DE	0.202	0.176	0.509	0.881	0.476
L2	X	2.323	2.396	4.262	8.981	11.404
	DE	0.286	0.305	0.624	1.213	0.205
L3	X	2.064	2.104	4.768	8.935	13.648
	DE	0.143	0.116	0.282	0.526	0.352
Total	X	2.185	2.184	4.736	9.105	12.581
	DE	0.220	0.245	0.583	0.824	1.045
	CV	0.095	0.106	0.116	0.085	0.076

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 63.- Azúcares en Zumo comercial de piña: Z 4.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>--- Azúcares ---</u> (m.CLAE)	<u>Totales ---</u> (m.Antrona)
<u>Nº</u>	<u>lote</u>					
L1						
	X	2.701	2.832	4.662	10.195	12.048
	DE	0.031	0.014	0.302	0.295	0.062
L2						
	X	2.175	2.499	6.018	10.692	11.000
	DE	0.391	0.392	0.533	1.316	0.386
L3						
	X	2.227	2.429	5.839	10.495	12.491
	DE	0.413	0.352	0.233	0.998	0.025
Total						
	X	2.368	2.587	5.506	10.461	11.846
	DE	0.363	0.304	0.721	0.782	0.706
	CV	0.140	0.107	0.119	0.068	0.054

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 64.- Comparación contenido en azúcares de las muestras analizadas:
Piña fresca (g/100g), Zumo natural (g/100mL), Concentrado de zumo de piña
(g/100g) y zumos comerciales de piña (g/100mL).

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	-- <u>Azúcares</u> -- (m.CLAE)	<u>Totales</u> -- (m.Antrona)
<u>Muestras</u>							
P							
	X	1.914	1.683	4.811	-	8.408	11.008
	DE	0.755	0.788	2.274		3.199	2.852
	CV	0.377	0.448	0.453		0.364	0.250
ZN							
	X	2.510	2.307	4.131	-	8.949	14.317
	DE	0.551	0.455	0.692		1.303	1.126
	CV	0.208	0.187	0.159		0.138	0.076
CC							
	X	9.366	9.926	24.906	-	44.198	47.640
	DE	1.079	0.506	4.473		2.919	3.857
	CV	0.099	0.044	0.155		0.057	0.070
Z 0							
	X	2.443	2.570	4.852	-	9.606	12.473
	DE	0.264	0.295	0.447		0.785	0.858
	CV	0.102	0.109	0.087		0.077	0.066
Z 1							
	X	2.437	2.214	4.288	-	8.939	11.236
	DE	0.273	0.279	0.637		0.723	1.421
	CV	0.102	0.115	0.136		0.074	0.115
Z 2							
	X	3.186	3.305	4.836	-	11.222	12.982
	DE	0.258	0.104	1.227		1.060	1.731
	CV	0.074	0.029	0.232		0.086	0.122
Z 3							
	X	2.185	2.184	4.736	-	9.105	12.581
	DE	0.220	0.245	0.583		0.824	1.045
	CV	0.095	0.106	0.116		0.085	0.076
Z 4							
	X	2.368	2.587	5.506	-	10.461	11.846
	DE	0.363	0.304	0.721		0.782	0.706
	CV	0.140	0.107	0.119		0.068	0.054

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 65.- Azúcares en Néctar de piña: NL 1.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	-- <u>Azúcares</u> -- (m. CLAE)	<u>Totales</u> -- (m. Antrona)
<u>Nº lote</u>							
L1	X	4.826	6.576	0.405	1.307	13.114	16.108
	DE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.160
L2	X	3.965	5.933	0.327	1.088	11.313	14.999
	DE	0.153	0.305	0.051	0.196	0.704	2.523
L3	X	4.365	5.841	0.333	1.266	11.805	12.907
	DE	0.254	0.357	0.026	0.084	0.717	0.529
Total							
	X	4.308	5.994	0.343	1.214	11.859	14.420
	DE	0.364	0.391	0.041	0.141	0.861	1.834
	CV	0.077	0.059	0.110	0.107	0.066	0.118

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 66.- Azúcares en Néctar de piña: NC 2.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	-- <u>Azúcares</u> -- (m. CLAE)	<u>Totales</u> -- (m. Antrona)
<u>Nº lote</u>							
L1							
	X	3.129	4.177	1.816	0.972	10.094	12.870
	DE	0.163	0.324	0.017	0.155	0.626	0.131
L2							
	X	2.869	0.784	2.008	0.846	9.507	11.333
	DE	0.126	0.251	0.095	0.177	0.606	0.236
L3							
	X	2.773	3.303	3.510	0.833	10.419	13.554
	DE	0.037	0.052	0.413	0.018	0.379	0.116
Total							
	X	2.916	3.759	2.382	0.878	9.935	12.586
	DE	0.182	0.408	0.795	0.137	0.624	1.025
	CV	0.057	0.100	0.309	0.144	0.058	0.074

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 67.- Azúcares en Néctar de piña: NL 2.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	-- <u>Azúcares</u> --	<u>Totales</u> --
						(m.CLAE)	(m.Antrona)
<u>Nº lote</u>							
L1	X	1.779	2.199	4.074	0.836	8.889	13.365
	DE	0.281	0.344	0.022	0.106	0.732	0.755
L2	X	2.121	2.748	3.826	0.781	9.215	9.569
	DE	0.117	0.071	0.390	0.041	0.658	0.329
L3	X	2.358	2.908	2.843	0.682	8.792	10.927
	DE	0.331	0.428	0.477	0.106	1.208	0.977
Total							
	X	2.086	2.618	3.581	0.766	8.965	11.332
	DE	0.337	0.424	0.642	0.103	0.802	1.866
	CV	0.153	0.153	0.169	0.127	0.084	0.154

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 68.- Azúcares en Néctar de piña: NC 3.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	-- <u>Azúcares</u> -- (m.CLAE)	<u>Totales</u> -- (m.Antrona)
<u>Nº lote</u>							
L1	X	3.013	3.692	2.128	1.111	9.943	14.401
	DE	0.454	0.538	0.694	0.196	1.882	0.057
L2	X	2.014	2.738	3.638	1.100	9.481	13.742
	DE	0.412	0.502	0.537	0.228	1.656	0.301
L3	X	2.692	3.349	1.672	0.956	8.669	14.341
	DE	0.001	0.027	0.196	0.019	0.205	0.315
Total							
	X	2.493	3.185	2.645	1.062	9.381	14.160
	DE	0.555	0.571	1.039	0.170	1.338	0.380
	CV	0.206	0.166	0.364	0.148	0.132	0.024

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 69.- Azúcares en Néctar de piña: NL 3.

(g/100ml.)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	-- <u>Azúcares</u> -- (m.CLAE)	<u>Totales</u> -- (m.Antrona)
<u>Nº lote</u>							
L1							
	X	1.901	2.749	3.682	0.874	9.206	14.376
	DE	0.013	0.011	0.095	0.033	0.152	0.051
L2							
	X	1.912	2.827	3.752	1.016	9.507	13.955
	DE	0.019	0.083	0.227	0.097	0.426	0.477
L3							
	X	1.866	2.691	3.085	0.960	8.602	12.522
	DE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.590
Total							
	X	1.893	2.756	3.506	0.950	9.105	13.618
	DE	0.024	0.071	0.346	0.079	0.459	0.933
	CV	0.011	0.024	0.090	0.076	0.046	0.062

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 70.- Azúcares en Néctar de piña: NC 4.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	<u>--- Azúcare</u>	<u>Totales ---</u>
						(m.CLAE)	(m.Antrona)
<u>Nº lote</u>							
L1	X	6.199	6.100	0.191	-	12.490	17.245
	DE	0.207	0.148	0.031		0.387	1.032
L2	X	6.253	6.081	0.204	-	12.538	17.075
	DE	0.130	0.175	0.013		0.318	0.210
L3	X	6.583	6.433	0.245	-	13.261	15.665
	DE	0.336	0.323	0.045		0.705	1.262
Total							
	X	6.345	6.205	0.213	-	12.763	16.662
	DE	0.263	0.250	0.036		0.547	1.068
	CV	0.038	0.037	0.153		0.039	0.058

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 71.- Azúcares en Néctar de piña: NC 5.

(g/100ml.)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	<u>-- Azúcares --</u> (m.CLAE)	<u>Totales --</u> (m.Antrona)
<u>Nº lote</u>							
L1							
	X	4.891	5.431	1.160	-	11.483	12.985
	DE	0.009	0.097	0.134		0.027	0.433
L2							
	X	4.957	5.598	1.060	-	11.612	14.915
	DE	0.079	0.138	0.008		0.210	0.054
L3							
	X	4.848	5.470	0.977	-	11.296	14.635
	DE	0.070	0.042	0.126		0.237	0.311
Total							
	X	4.898	5.500	1.066	-	11.464	14.179
	DE	0.007	0.110	0.116		0.201	0.963
	CV	0.012	0.018	0.099		0.016	0.062

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 72.- Azúcares en Néctar de piña: NL 5.

(g/100mL)

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	<u>-- Azúcares Totales --</u> (m.CLAE) (m.Antrona)	
<u>Nº lote</u>							
L1	X	5.813	7.151	1.016	0.151	14.132	13.375
	DE	0.018	0.009	0.021	0.015	0.001	0.629
L2	X	4.755	5.855	0.862	0.215	11.687	12.798
	DE	0.193	0.422	0.023	0.075	0.517	0.084
L3	X	4.967	5.748	0.745	0.119	11.579	14.376
	DE	0.245	0.387	0.029	0.061	0.541	0.457
Total							
	X	5.178	6.251	0.874	0.162	12.466	13.516
	DE	0.519	0.744	0.123	0.062	1.334	0.795
	CV	0.091	0.109	0.128	0.349	0.098	0.054

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 73.- Comparación contenido en azúcares de las muestras analizadas:

Néctares de piña (g/100mL).

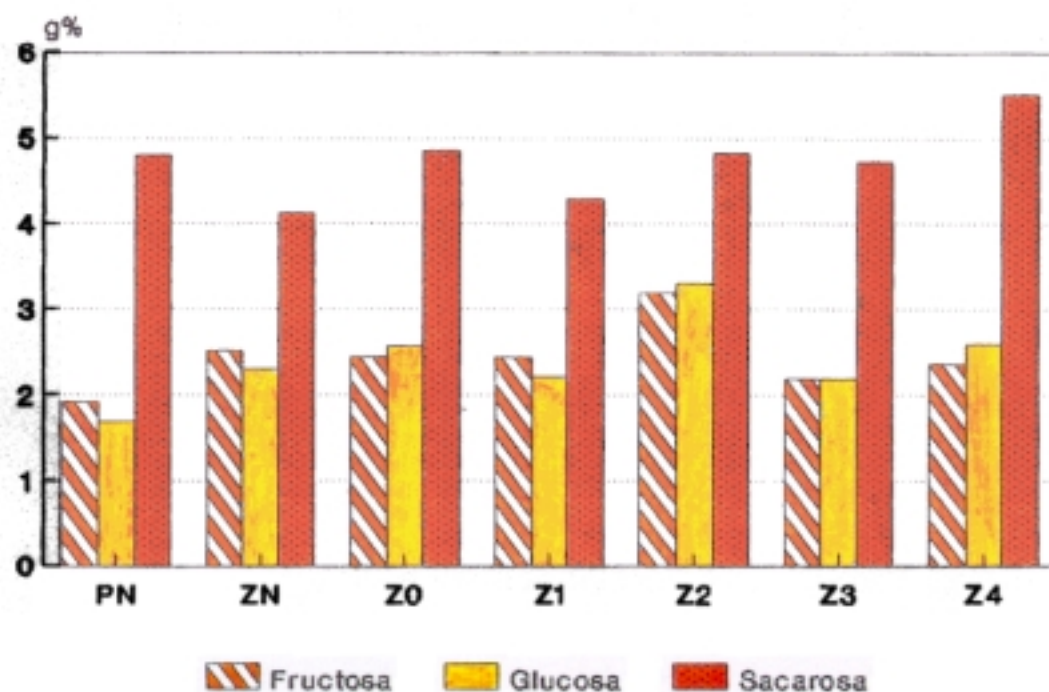
		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Maltosa</u>	<u>-- Azúcares --</u> <u>(m. CLAE)</u>	<u>Totales --</u> <u>(m. Antrona)</u>
<u>Muestras</u>							
NL 1	X	4.308	5.994	0.343	1.214	11.859	14.420
	DE	0.364	0.391	0.041	0.141	0.861	1.834
	CV	0.077	0.059	0.110	0.107	0.066	0.118
NC 2	X	2.916	3.759	2.382	0.878	9.935	12.586
	DE	0.182	0.408	0.795	0.137	0.624	1.025
	CV	0.057	0.100	0.309	0.144	0.058	0.074
NL 2	X	2.086	2.618	3.581	0.766	8.965	11.332
	DE	0.337	0.424	0.642	0.103	0.802	1.866
	CV	0.153	0.153	0.169	0.127	0.084	0.154
NC 3	X	2.493	3.185	2.645	1.062	9.381	14.16
	DE	0.555	0.571	1.039	0.170	1.338	0.380
	CV	0.206	0.166	0.364	0.148	0.132	0.024
NL 3	X	1.893	2.756	3.506	0.950	9.105	13.618
	DE	0.024	0.071	0.346	0.079	0.459	0.933
	CV	0.011	0.024	0.090	0.076	0.046	0.062
NC 4	X	6.345	6.205	0.213	-	12.763	16.662
	DE	0.263	0.250	0.036		0.547	1.068
	CV	0.038	0.037	0.153		0.039	0.058
NC 5	X	4.898	5.500	1.066	-	11.464	14.179
	DE	0.007	0.110	0.116		0.201	0.963
	CV	0.012	0.018	0.099		0.016	0.062
NL 5	X	5.178	6.251	0.874	0.162	12.466	13.516
	DE	0.519	0.744	0.123	0.062	1.334	0.795
	CV	0.091	0.109	0.128	0.349	0.098	0.054

X = valor medio

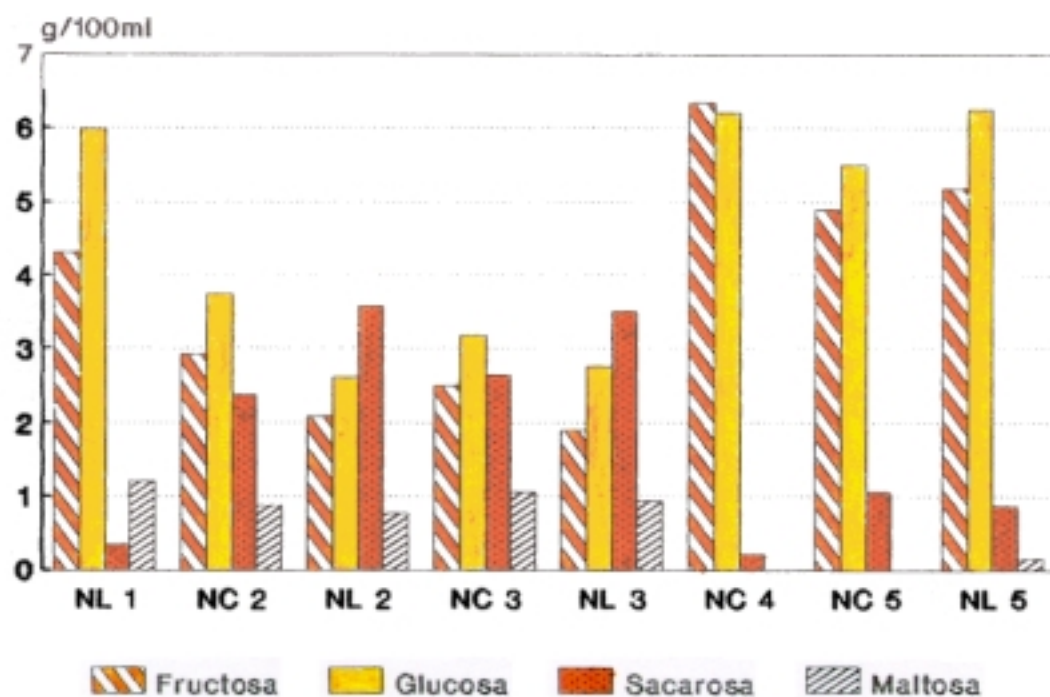
DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Gráfica 27.- Valores totales medios de azúcares en Piña fresca, Zumo natural de piña y Zumos comerciales de piña.



Gráfica 28.- Valores totales medios de azúcares en Néctares de Piña.



En los perfiles cromatográficos correspondientes a la piña fresca, zumo natural y concentrado, el azúcar mayoritario es la sacarosa y en menor medida pero a los mismos niveles fructosa y glucosa. (Gráfica 20).

Este mismo perfil es el presentado por todos los zumos comerciales. (Gráficas 21 a 25).

En cuanto a los néctares, la mayoría, excepto las muestras NC4 y NC5, presentan un pico correspondiente a la maltosa. La sacarosa está presente en menores niveles, especialmente las muestras NL1, NC4, NC5 y NL5. (Gráficas 22 a 26).

Como hemos indicado anteriormente, el azúcar mayoritario de las piñas frescas es la sacarosa, encontrándose niveles de 4.811 g/100g, seguida de fructosa y glucosa en cantidades similares (1.914 y 1.683 g/100g respectivamente). (Tabla 57). (WOODROOF y LUH, 1986).

En el zumo natural, obtenido a partir de la pulpa anterior, aparecen niveles similares a los de la fruta de partida, aunque ligeramente inferiores en el caso de la sacarosa y algo mayores de fructosa y glucosa, (Tabla 58), debido a un posible y ligero desdoblamiento de la sacarosa en sus monómeros. (WILDMAN y LUH, 1981).

Los elevados coeficientes de variación de los azúcares en la piña natural y en su correspondiente zumo son debidos fundamentalmente a la propia variabilidad de la muestra, como hemos indicado en ocasiones anteriores. (WROLSTAD y SHALLENBERG, 1981).

Los niveles de azúcares del concentrado de zumo de uso industrial , son 5 veces superiores a los del zumo natural tomado como referencia, al igual que ocurría en el caso de los ácidos orgánicos, debido al grado de concentración (9Brix) de este producto.

Los zumos comerciales presentan valores de fructosa y glucosa muy similares al zumo natural y dentro de un estrecho margen de variación: 2.064 – 3.328 g/100mL para la fructosa y 1.991 – 3.348 g /100 mL para la glucosa. Sin embargo, los contenidos de sacarosa, de todos los zumos comerciales son ligeramente superiores a los del zumo natural , con valores entre 3.635 y 6.326 g/100mL. (Tablas 60 a 63).

La determinación de azúcares solubles por CLAE demostró la existencia de maltosa en la mayoría de los néctares analizados, excepto en las muestras NC4 y NC5; la presencia de este azúcar puede ser debida a que el azúcar añadido a las muestras provenga de la hidrólisis del almidón, quedando así restos de maltosa, como indican algunos autores. (KRUEGER y col., 1992; ROYO IRANZO, 1974; WILDMAN y LUH, 1981).

Los niveles de fructosa y glucosa de los néctares son muy variables. (Tablas 65 a 72). La muestra NL2 presenta los valores mínimos de fructosa (1.779 g/100mL , Tabla 67) y la muestra NL5 los máximos (5.183 g/100mL, Tabla 72). En el caso de la glucosa todos los néctares presentan niveles superiores a los del zumo natural, entre 2.199 g/100mL de la muestra NL2, (Tabla 67), y 6.251 g/100mL de la muestra NL5, (Tabla 72).

En cuanto a los contenidos en sacarosa todos los néctares muestran niveles sensiblemente inferiores de este azúcar al compararlos con el zumo natural, encontrando valores de 0.191 g/100mL de la muestra NC4 y 3.826 g/100mL de la muestra NL2. (Tablas 70 y 67 respectivamente).

Este menor contenido de sacarosa puede ser debido a su hidrólisis producida en las distintas fases del proceso de obtención de los néctares, especialmente aquellas que impliquen tratamientos térmicos , como es el caso de la pasteurización y concentración. (STEPAK y LIFSHITZ, 1972; WROLDSTAD y SHALLENBERG, 1981).

Los niveles de maltosa de los néctares son muy similares y próximos a la unidad.

Comparando los valores de azúcares totales obtenidos por CLAE y por el método colorimétrico de la antrona, (Tablas 64 y 73), vemos que los últimos son ligeramente superiores, si bien en la mayoría de las muestras se mantiene una relación constante azúcares totales (CLAE) / azúcares totales (antrona) aproximada a 0.8, excepto en el zumo natural y los néctares NC3 y NL3.

Tanto la piña natural como el zumo natural, el concentrado y los zumos comerciales mantienen una relación fructosa / glucosa próxima a la unidad. Esta relación no se mantiene en los néctares ya que se encuentran niveles de glucosa sensiblemente superiores a los de fructosa. (Gráfica 28). Podría considerarse esta relación fructosa / glucosa como un posible índice de calidad de productos derivados de la piña, como ya indican algunos autores. (KRUEGER y col., 1992; STEPAC y LIFSHITZ, 1972; WROLSDTAD y SHALLENBERG 1981; ZYREN y ELKINS, 1985).

En las distintas muestras, excepto en los néctares, los niveles de sacarosa son similares a la suma de fructosa y glucosa, siendo la relación (fructosa + glucosa) / sacarosa próxima a la unidad, excepto en la muestra Z2 en que los niveles de sacarosa son algo superiores.

Como ya se indicó anteriormente los contenidos de sacarosa de los néctares son muy variables por lo que la aplicación de esta relación no tiene sentido.

Como vimos en el cuadro 2, todos los néctares indican en su envase la adición de azúcares. La muestra NC2 cita adición de glucosa y las muestras NC4 y NL1 de sacarosa y de jarabe de glucosa; en estas dos últimas se encontraron los niveles más bajos de sacarosa , lo cual hace

suponer un fuerte tratamiento térmico durante su elaboración, que provocaría su desdoblamiento, ya que sí presentan elevados contenidos de fructosa y glucosa. (BREKKE y col., 1976).

4.3.1.3.1.- Comparación con datos bibliográficos.

Los valores indicados por diferentes autores respecto al contenido en azúcares de la piña y sus derivados se recogen en el Cuadro 7.

Los contenidos de fructosa y glucosa en nuestras piñas frescas son similares a los señalados por los distintos autores, mientras que los resultados relativos a la sacarosa y azúcares totales son algo inferiores.

Las escasas referencias bibliográficas encontradas referentes a los azúcares en zumo y concentrado, muestran resultados comparables a los nuestros.

Cuadro 7.- CONTENIDO EN AZÚCARES SEGUN DIFERENTES AUTORES.

	<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Azúcares totales</u>
<u>Piña fresca</u> (g/100g)				
ADRIAN, 1990				13.500
BIELIG y WERNER, 1973	1.420	2.320	7.890	12.300
BOLAND y col., 1972	1.730			
ÖULL, 1971	0.600 - 2.300	1.000 - 3.200	5.900 - 12.000	
KERMARSHA y col., 1987	0.050 - 0.210	0.110 - 1.590	0.630 - 2.850	6.020 - 9.240
SOUCI y col., 1986	2.440	2.130	7.830	13.200
WOODROOF y LUH, 1986				12.400
(*)	1.914	1.683	4.811	8.408
<u>Zumo natural</u> (g/100mL)				
KERMARSHA y col., 1987	1.720 - 5.050	1.210 - 4.520	2.470 - 9.730	
WOODROOF y LUH, 1986				13.800
(*)	2.510	2.307	4.131	8.949
<u>Zumos comerciales</u> (g/100ml)				
PEDREÑO y col., 1986			4.040	12.040
(*)	2.185 - 3.186	2.184 - 3.305	4.288 - 5.506	8.939 - 11.222

(*) = resultados obtenidos en este trabajo.

4.3.1.3.2.— Influencia del lote. Análisis de la varianza.

Los valores F obtenidos de la aplicación del análisis de la varianza, (Tabla 74) indican que los distintos lotes de piña natural analizados muestran resultados significativamente distintos respecto al contenido en azúcares.

Al igual que ocurría en el caso de los ácidos orgánicos, esta variabilidad no se transmite al zumo natural obtenido por expresión de la pulpa.

Las muestras de concentrado presentan resultados significativamente distintos referentes al contenido de azúcares , debido a su distinta procedencia y grado de concentración.

Los zumos comerciales no muestran variaciones significativas en su contenido de azúcares individuales, en los distintos lotes analizados excepto el zumo Z2 respecto a la sacarosa.

La sacarosa, como ya indicamos anteriormente, es el azúcar más variable en los néctares; al referirnos a la comparación de las distintas marcas comerciales, considerando los distintos lotes de fabricación de cada marca, se han encontrado diferencias significativas en las muestras NC2, NL2, NL3 y NL5. El néctar NL5 es la única muestra con variación significativa en los contenidos en fructosa y glucosa.

Esta variación significativa de la mayoría de las muestras respecto al contenido en azúcares totales se refiere a los valores obtenidos utilizando el método de la antrona. Sin embargo los resultados obtenidos por CLAE no muestran variación significativa (únicamente varía en la

muestra NL5), lo que nos hace considerar los valores obtenidos por este método, como valores reales del contenido en azúcares totales de las muestras analizadas, para la aplicación posterior del estudio estadístico.

Tabla 74.- Influencia del lote en el contenido de azúcares.

Análisis de la Varianza.

		<u>Fructosa</u>		<u>Glucosa</u>		<u>Sacarosa</u>		<u>Maltosa</u>		<u>Totales</u> <u>CLAE</u>		<u>Totales</u> <u>Antrona</u>
<u>Muestras</u>												
P	F4, 7=	18.446	F4, 7=	24.831	F4, 7=	26.055	-	F4, 7=	29.172	F4, 9=	36.332	
ZN	F4, 5=	2.029	F4, 5=	1.756	F4, 5=	4.192	-	F4, 5=	7.846	F4, 8=	4.555	
CC	F1, 2=	859.357	F1, 2=	19.513	F1, 2=	2081.818	-	F1, 2=	340.573	F1, 2=	23.487	
Z1	F2, 3=	5.173	F2, 3=	3.087	F2, 3=	68.392	-	F2, 3=	7.275	F2, 3=	6.799	
Z2	F2, 3=	2.320	F2, 3=	0.254	F2, 3=	11.525	-	F2, 3=	1.572	F2, 3=	34.836	
Z3	F2, 6=	1.0758	F2, 6=	2.252	F2, 6=	2.601	-	F2, 6=	0.230	F2, 6=	19.340	
Z4	F2, 3=	1.556	F2, 3=	1.000	F2, 3=	7.574	-	F2, 3=	0.134	F2, 3=	22.900	
NL1	F2, 3=	5.042	F2, 3=	1.796	F2, 3=	1.776	F2, 3=	1.384	F2, 3=	2.144	F2, 3=	3.809
NC2	F2, 4=	4.642	F2, 4=	6.572	F2, 4=	38.189	F2, 4=	0.567	F2, 4=	1.683	F2, 3=	90.137
NL2	F2, 6=	3.781	F2, 6=	4.059	F2, 6=	10.026	F2, 6=	2.287	F2, 6=	0.182	F2, 5=	23.864
NC3	F2, 4=	4.801	F2, 4=	2.937	F2, 4=	9.818	F2, 4=	0.443	F2, 4=	0.369	F2, 3=	4.121
NL3	F2, 3=	6.384	F2, 3=	3.986	F2, 3=	13.239	F2, 3=	2.965	F2, 3=	6.216	F2, 3=	9.794
NC4	F2, 3=	1.500	F2, 3=	1.500	F2, 3=	1.500	-	F2, 3=	1.500	F2, 3=	1.669	
NC5	F2, 3=	1.500	F2, 3=	1.500	F2, 3=	1.500	-	F2, 3=	1.500	F2, 3=	22.686	
NL5	F2, 3=	19.274	F2, 3=	11.162	F2, 3=	60.577	F2, 3=	1.500	F2, 3=	22.329	F2, 3=	6.261

4.3.1.3.4.- Influencia del tipo de envase. Analisis de la varianza.

Los resultados obtenidos(estadístico F), de la aplicación de la Tabla de ADEVA con dos factores, a los resultados experimentales de los néctares de las marcas comerciales 2, 3 y 5 se recogen en la Tabla 75.

La comparación de los estadísticos F obtenidos con sus correspondientes F críticos, (Tabla 14), permite evaluar la posible influencia del tipo de envase en la composición de azúcares de estos néctares.

La marca comercial 2 muestra una ligera variación (no significativa a un 97.5 % de confianza) en el contenido de maltosa.

No existe ninguna variación significativa debida al tipo de envasado en los valores relativos a los azúcares de la marca comercial 3.

La marca comercial 5 presenta variación estadísticamente significativa respecto al contenido en sacarosa; esta marca no contiene maltosa en el néctar envasado en cristal y sí en el envasado en lata, aunque en cantidades muy bajas.

Por todo ello podemos considerar que el distinto tipo de envasado no afecta al contenido de azúcares de los néctares.

Tabla 75.- Influencia del envase en el contenido de azúcares.

Análisis de la Varianza.

	<u>Fructosa</u>		<u>Glucosa</u>		<u>Sacarosa</u>		<u>Maltosa</u>		<u>Totales</u> <u>CLAE</u>		<u>Totales</u> <u>Antrona</u>	
<u>Marcas</u> <u>comerciales</u>												
2	F1,2=	9.370	F1,2=	0.014	F1,2=	1.557	F1,2=	19.571	F1,2=	6.986	F1,2=	1.947
3	F1,2=	5.118	F1,2=	2.683	F1,2=	5.012	F1,2=	2.252	F1,2=	1.164	F1,2=	0.718
5	F1,2=	0.700	F1,2=	2.410	F1,2=	55.768	-		F1,2=	1.474	F1,2=	0.776

4.3.1.3.5.- Estudio de correlaciones.

Para evaluar las posibles relaciones existentes entre los distintos azúcares determinados en los zumos y néctares se ha realizado el análisis de correlaciones considerando los valores medios obtenidos, para cada parámetro, en las muestras analizadas.

La matriz de correlación correspondiente a los zumos comerciales, (Tabla 76), muestra que existen correlaciones elevadas y estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre el contenido de glucosa y el de azúcares totales determinado por CLAE y entre fructosa y glucosa, confirmándose así la suposición de que esta última relación podría considerarse como un índice de calidad en zumos de piña.

En la Tabla 77 se recoge la matriz de correlación de los distintos azúcares determinados en los néctares, observándose una elevada correlación significativa entre: Fructosa / glucosa, al igual que en los zumos comerciales.

Se observan asimismo correlaciones significativas, y negativas, entre sacarosa y fructosa y sacarosa y glucosa, confirmándose que se produce hidrólisis de la sacarosa acompañada de un aumento de los contenidos de fructosa y glucosa. La maltosa presenta correlación negativa con la fructosa.

Por último, el contenido en azúcares totales determinado por CLAE está altamente correlacionado con todos los azúcares considerados, mientras que los azúcares totales determinados por antrona lo están fundamentalmente con fructosa y sacarosa, ligeramente con glucosa y nada relacionados con los contenidos de maltosa.

Tabla 76.- Matriz de correlaciones del contenido en azúcares de los Zumos comerciales de piña.

	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Totales CLAE	Totales Antrona
Fructosa	1.0000 (5) 0.0000				
Glucosa	0.9292 (5) 0.0224	1.0000 (5) 0.0000			
Sacarosa -	0.0362 (5) 0.9540	0.3112 (5) 0.6102	1.0000 (5) 0.0000		
T.CLAE	0.7872 (5) 0.1140	0.9384 (5) 0.182	0.5840 (5) 0.3012	1.0000 (5) 0.0000	
T.Antrona	0.4789 (5) 0.4144	0.6168 (5) 0.2678	0.2145 (5) 0.7290	0.5238 (5) 0.3650	1.0000 (5) 0.0000

Tabla 77.- Matriz de correlaciones del contenido en azúcares
de los Néctares de piña.

	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Totales CLAE	Totales Antrona
Fructosa	1.0000 (8) 0.0000					
Glucosa	0.9498 (8) 0.0003	1.0000 (8) 0.0000				
Sacarosa -	0.9370 (8) 0.0006	- 0.9802 (8) 0.0000	1.0000 (8) 0.0000			
Maltosa -	0.7486 (8) 0.0326	- 0.5767 (8) 0.1345	0.4918 (8) 0.2158	1.0000 (8) 0.0000		
T.CLAE	0.9739 (8) 0.0000	0.9907 (8) 0.0000	- 0.9670 (8) 0.0001	- 0.6318 (8) 0.0928	1.0000 (8) 0.0000	
T.Antrona	0.7247 (8) 0.420	0.6410 (8) 0.0868	- 0.7166 (8) 0.0455	- 0.3910 (8) 0.3382	0.6788 (8) 0.0642	1.0000 (8) 0.0000

4.3.1.4.- Fibra neutro detergente y sustancias pécticas.

Como se indicó en capítulos anteriores, la fibra neutro detergente se ha determinado únicamente en la piña fresca y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 78.

Los contenidos en sustancias pécticas de las muestras analizadas se expresan como g de ácido galacturónico y se recogen en la Tabla 79: Piña fresca, zumo natural y concentrado; Tabla 80: Zumos comerciales y Tabla 81: Néctares.

En la Gráfica 29 quedan reflejados los valores totales medios de sustancias pécticas de las muestras analizadas.

Tabla 78.- Fibra Neutro detergente en Piña fresca: P.

	<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>L4</u>	<u>L5</u>	<u>Total</u>
X	1.279	1.351	1.094	1.444	1.278	1.289
SD	0.016	0.057	0.052	0.182	0.068	0.140
CV						0.103

X = valor medio

DE = desviación estandar ($n-1$)

CV = coeficiente de variación

Tabla 79.- Sustancias pécticas en Piña fresca (g/100g), Zumo natural de piña (g/100mL) y Concentrado de zumo de piña (g/100g).

	<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>L4</u>	<u>L5</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>						
P						
X	0.761	0.520	0.875	0.708	0.875	0.748
DE	0.078	0.014	0.011	0.078	0.011	0.143
CV						0.182
ZN						
X	0.337	0.185	0.182	0.351	0.352	0.279
DE	0.053	0.013	0.005	0.022	0.040	0.087
CV						0.300
CC						
X	0.217	0.305				0.261
DE	0.005	0.001				0.051
CV						0.169

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 80.- Sustancias pécticas en Zumos comerciales de piña (g/100mL).

		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>					
Z 1					
	X	0.083	0.100	0.101	0.095
	DE	0.003	0.001	0.003	0.009
	CV				0.091
Z 2					
	X	0.069	0.084	0.058	0.070
	DE	0.012	0.007	0.002	0.013
	CV				0.180
Z 3					
	X	0.165	0.162	0.116	0.148
	DE	0.003	0.018	0.008	0.026
	CV				0.162
Z 4					
	X	0.166	0.130	0.115	0.137
	DE	0.001	0.005	0.007	0.024
	CV				0.158

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 81.- Sustancias pécticas en Néctares de piña (g/100mL).

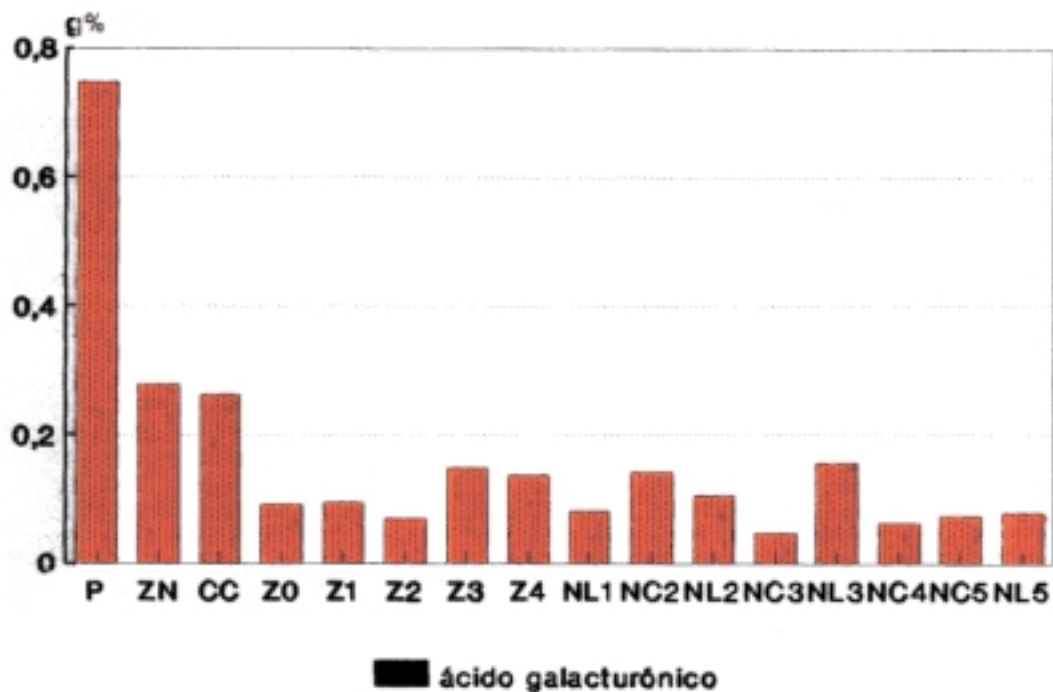
		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>					
NL 1					
	X	0.058	0.091	0.093	0.081
	DE	0.012	0.009	0.003	0.019
	CV				0.211
NC 2					
	X	0.144	0.124	0.156	0.142
	DE	0.003	0.019	0.007	0.017
	CV				0.109
NL 2					
	X	0.109	0.093	0.118	0.107
	DE	0.013	0.003	0.005	0.013
	CV				0.111
NC 3					
	X	0.043	0.058	0.042	0.048
	DE	0.000	0.008	0.002	0.009
	CV				0.169
NL 3					
	X	0.120	0.179	0.169	0.156
	DE	0.028	0.015	0.001	0.032
	CV				0.186
NC 4					
	X	0.058	0.068	0.063	0.063
	DE	0.001	0.001	0.007	0.005
	CV				0.080
NC 5					
	X	0.066	0.087	0.069	0.074
	DE	0.008	0.008	0.001	0.011
	CV				0.140
NL 5					
	X	0.078	0.085	0.074	0.079
	DE	0.001	0.003	0.003	0.005
	CV				0.061

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Gráfica 29.- Valores totales medios de sustancias pécticas en las muestras analizadas.



Como puede verse en la Tabla 78, el valor medio de la FND de los distintos lotes de piña fresca es de 1.289 g/100g.

La piña fresca presenta niveles de sustancias pécticas muy superiores 0.748 g/100g, a los de su zumo correspondiente 0.279 g/100g (Tabla 79), lo cual hace suponer que parte de las sustancias pécticas contenidas en la fruta quedan retenidas en el material fibroso que se elimina en su elaboración.

Los elevados coeficientes de variación encontrados en los zumos naturales para este parámetro pueden ser debidos al distinto estado de madurez de las frutas de partida, de manera que estados más avanzados de madurez supongan un ablandamiento de los tejidos con la consiguiente facilidad de extracción del zumo. (LAFUENTE, 1984).

Los concentrados presentan niveles de sustancias pécticas similares al zumo natural (0.261 g/100g, Tabla 79), en vez de los valores 5 veces superiores que cabría esperar por su grado de concentración. Esta disminución puede ser debida a una hidrólisis de las pectinas, que existían en el zumo natural, durante el proceso de elaboración del concentrado. (WILDMAN y LUH, 1981).

Tanto los zumos comerciales como los néctares han dado valores de sustancias pécticas muy variables e inferiores al zumo natural tomado como referencia, siendo los rangos de variación para los zumos de 0.069 g/100mL para el zumo Z2 a 0.166 g/100mL para el zumo Z4.(Tabla 80).

Los néctares varían entre 0.043 g/100mL del néctar NC3 y 0.169 del NL3, (Tabla 81), destacando que estas muestras pertenecen a la misma marca comercial en distinto tipo de envase.

Como ya se comentó en la parte general, las pectinas juegan un papel

importante en el proceso de elaboración de zumos y néctares, especialmente en las fases de filtración y clarificación, influyendo en las características finales del producto, con especial incidencia en la viscosidad. (IBARTZ y AGUADO, 1988; SCHWARTZ y COSTELL, 1989).

La retención de sustancias pécticas va a depender principalmente de las características de la fruta de partida, y de los procesos térmicos y enzimáticos a que se ha sometido.

En España se prefieren los zumos de piña turbios, por lo que la pectina natural de la fruta debería ser preservada; para ello el zumo debe pasteurizarse inmediatamente después de su extracción con el fin, entre otros, de destruir enzimas, especialmente pectinesterasa. Sin embargo esto, que sería el tratamiento general, no se lleva a efecto en nuestro país puesto que se parte de concentrado rico en pulpa que ya ha sido sometido a tratamiento térmico.

Las condiciones de elaboración aplicadas a la obtención de zumos y néctares tiene importancia decisiva en el contenido final de sustancias pécticas.

Estas diferencias quedan reflejadas mediante diagrama de barras en la Gráfica 29, donde se muestran los valores totales medios de sustancias pécticas, expresados en g% de ácido galacturónico.

4.3.1.4.1.- Comparación con datos bibliográficos.

Unicamente se han encontrado datos bibliográficos del contenido en fibra neutro detergente y sustancias pécticas de piñas (Cuadro 8), no encontrándose ninguna referencia bibliográfica respecto al contenido en sustancias pécticas en productos derivados de la piña (zumos y

néctares).

Nuestros resultados de FND de las piñas frescas, son similares a los que citan los distintos autores consultados.

Respecto al contenido en sustancias pécticas los diferentes investigadores indican un amplio margen de variación, entre 0.040 - 0.310 g/100g, siendo los resultados obtenidos en este estudio superiores a todos ellos.

Cuadro 8.- Contenido en Fibra neutro detergente y sustancias pécticas de piña fresca según diferentes autores. (g/100g)

	<u>F.N.D.</u>	<u>Sustancias pécticas</u>
BULL, 1971		0.060 - 0.100
LANZA, 1986	1.400	
LUND y SMØØI, 1982	0.930	
SALUNKE y DESAI, 1984	0.300 - 0.610	0.060 - 0.160
SOUCI y col., 1986	1.400	0.110
VIDAL-VALVERDE, 1982	1.460	0.310
WONGRONG y LEE, 1986	0.540	0.100
(*)	1.289	0.748

(*) resultados obtenidos en este trabajo.

4.3.1.4.2.— Influencia del lote. Análisis de la varianza.

El estadístico F obtenido para la piña fresca en este análisis de la varianza ha sido $F_{4,5} = 3.746$, que permite asegurar que los distintos lotes de piña fresca no muestran variación significativa en cuanto a su contenido en FND; esto puede significar que este parámetro no está muy influido por las condiciones varietales, origen de la muestra y estado de madurez, justificándose así la gran semejanza con los datos citados por los distintos autores.

Los resultados obtenidos del análisis de la varianza aplicado a los datos relativos a sustancias pécticas (Tabla 82) permiten asegurar que tanto la piña fresca como el zumo natural sufren variación significativa debida al lote analizado.

La gran variabilidad, estadísticamente significativa, de los resultados de sustancias pécticas de las muestras de concentrado, pueden ser debidas a su distinta procedencia y grado de concentración.

Asimismo, los distintos lotes de todos los zumos comerciales de cada marca muestran variación estadísticamente significativa respecto a su contenido en sustancias pécticas, excepto la muestra Z3 (a un nivel de confianza del 97.5%).

Al aplicar este análisis a los resultados referentes a los néctares se observa que ninguna muestra sufre variación significativa del contenido en sustancias pécticas, debida a los distintos lotes de fabricación; la muestra NL5 sufre una ligera variación que puede considerarse no significativa a un nivel de confianza del 97.5 %.

La nula influencia del lote de fabricación en el contenido de sustancias pécticas de los néctares frente a la gran variación encontrada en los zumos comerciales hace suponer un mayor control de las condiciones de elaboración de los néctares respecto a los zumos, aún dentro de una misma marca comercial.

Tabla 82.- Influencia del lote en el contenido de Sustancias pécticas.
Análisis de la Varianza.

<u>Muestras</u>	<u>Sustancias</u>	<u>pécticas</u>
P	F4,5 =	17.125
ZN	F4,7 =	24.248
CC	F1,2 =	455.529
Z 1	F2,3 =	28.155
Z 2	F2,8 =	6.105
Z 3	F2,3 =	11.642
Z 4	F2,3 =	53.614
NL 1	F2,3 =	9.626
NC 2	F2,3 =	3.570
NL 2	F2,3 =	4.127
NC 3	F2,3 =	7.638
NL 3	F2,3 =	5.776
NC 4	F2,3 =	2.778
NC 5	F2,3 =	5.256
NL 5	F2,3 =	10.333

4.3.1.4.3.- Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza.

Para evaluar la posible influencia del tipo de envasado utilizado en el contenido de sustancias pécticas de los néctares de las marcas comerciales 2, 3 y 5, se ha aplicado la Tabla de ADEVA con dos factores, considerando el estadístico F de Fisher; los resultados se muestran en la Tabla 83.

Las marcas comerciales 2 y 3 muestran grandes diferencias, estadísticamente significativas, del contenido en sustancias pécticas en los dos tipos de envase considerados, atribuibles al distinto proceso de elaboración, ya que en la marca 2 los niveles mayores se encuentran en el producto envasado en vidrio mientras que en la marca 3 se encuentran en el producto envasado en lata.

Por el contrario la marca comercial 5 no presenta variación significativa del contenido en sustancias pécticas debido al distinto tipo de envase utilizado.

Dado que este parámetro está muy influenciado por las condiciones de elaboración de los distintos productos, podemos considerar la marca comercial 5 como la más estable, por la no influencia significativa del lote analizado y tipo de envase utilizado.

Tabla 83.- Influencia del envase en el contenido de Sustancias pécticas. Análisis de la Varianza.

<u>Marcas</u> <u>Comerciales</u>	<u>Sustancias pécticas</u>	
2	F _{1,2} =	292.324
3	F _{1,2} =	47.238
5	F _{1,2} =	1.531

4.3.1.5.- Proteínas e índice de formol.

Como ya comentamos anteriormente solo en la piña fresca y en el concentrado se han podido cuantificar las proteínas aplicando el método de Kjeldhal. En el caso de zumos y néctares los resultados no fueron repetitivos, debido a estar presentes en muy baja proporción.

Los resultados en la piña fresca y en el concentrado se recogen en la Tabla 84.

El índice de formol se ha determinado en todas las muestras analizadas, recogiendo los resultados en la Tabla 85. Los valores medios de cada muestra se representan mediante diagrama de barras en la Gráfica 30.

Tabla 84.- Contenido en Proteína de Piña fresca y Concentrado de zumo de piña . (g/100g).

		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>L4</u>	<u>L5</u>	<u>Total</u>
P							
	X	0.489	0.459	0.444	0.499	0.472	0.473
	SD	0.023	0.019	0.041	0.037	0.001	0.029
	CV						0.059
CC							
	X	1.157	1.909	-	-	-	1.533
	SD	0.027	0.114				0.439
	CV						0.248

X = valor medio

DE = desviación estandar ($n-1$)

CV = coeficiente de variación

Tabla 85.- Índice de Formol en Piña fresca y derivados.

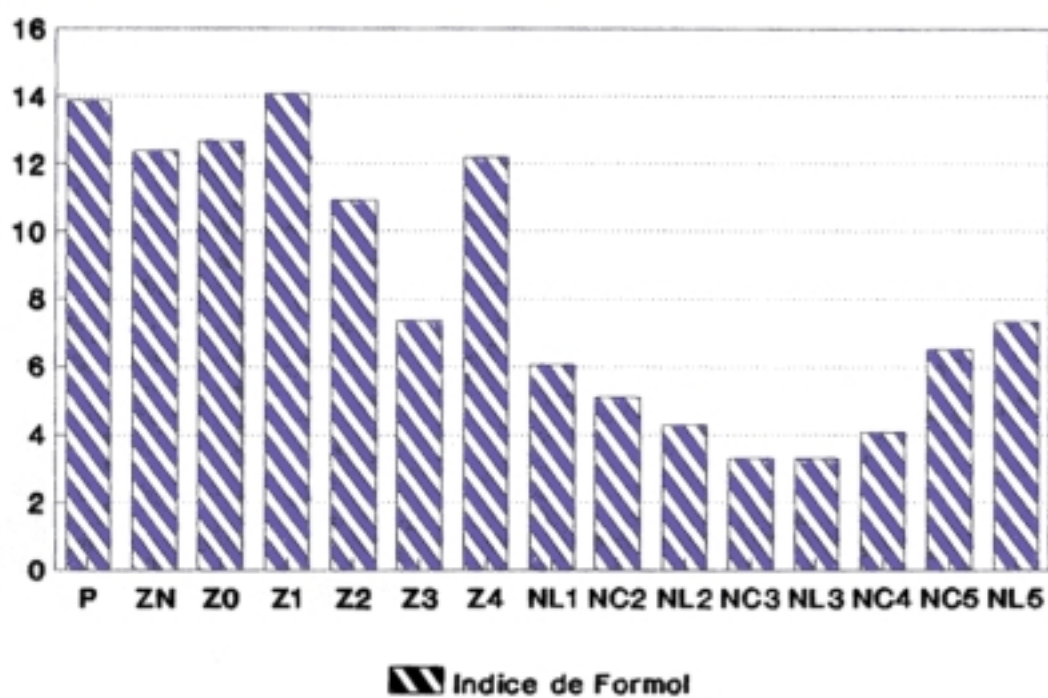
<u>Nº lote:</u>	<u>L 1</u>	<u>L 2</u>	<u>L 3</u>	<u>L 4</u>	<u>L 5</u>	<u>-----</u> <u>Total</u> <u>-----</u>	
						X ± DE	CV
<u>Muestras</u>							
P	16.000	14.000	10.000	16.016	13.334	13.870 ± 2.471	0.159
ZN	10.400	10.800	11.200	16.817	12.672	12.378 ± 2.626	0.190
CC	63.690	74.305	-	-	-	68.997 ± 7.506	0.077
Z 1	12.170	17.460	12.588	-	-	14.073 ± 2.941	0.171
Z 2	11.640	12.273	8.392	-	-	10.918 ± 2.253	0.168
Z 3	7.094	8.568	6.426	-	-	7.363 ± 1.090	0.121
Z 4	12.144	11.567	12.852	-	-	12.188 ± 0.643	0.043
NL 1	6.072	4.048	8.096	-	-	6.072 ± 2.024	0.272
NC 2	6.294	5.874	3.153	-	-	5.107 ± 1.705	0.273
NL 2	4.335	4.290	4.246	-	-	4.290 ± 0.044	0.008
NC 3	3.244	2.988	3.684	-	-	3.305 ± 0.352	0.087
NL 3	3.941	2.548	3.427	-	-	3.305 ± 0.704	0.174
NC 4	3.153	4.729	4.335	-	-	4.072 ± 0.820	0.164
NC 5	6.000	6.000	7.466	-	-	6.489 ± 0.846	0.106
NL 5	6.240	7.000	8.784	-	-	7.341 ± 1.305	0.145

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Gráfica 30.- Valores totales medios del índice de formol en las muestras analizadas.



Los distintos lotes de piñas frescas analizadas muestran valores de proteína total muy semejantes entre sí, lo cual se refleja en los bajos coeficientes de variación obtenidos. (Tabla 84).

En el caso de concentrado y al contrario que en la piña fresca, las muestras presentan resultados muy distintos, con elevado coeficiente de variación; esto puede deberse a modificaciones producidas durante su proceso de elaboración.

De acuerdo con diferentes autores (GARCIA CASTRO y col., 1990; MATSUMOTO y OBARA, 1974) podemos considerar el índice de formol como representativo del contenido en aminoácidos libres de frutas y derivados.

Este índice puede disminuir durante los procesos de elaboración de los derivados de frutas, o durante el almacenamiento, si es inadecuado; su variación (al disminuir) es indicativa de una pérdida de nutrientes del producto final.

Tanto la piña fresca como su zumo natural presentan valores similares de índice de formol, 13.870 y 12.378 respectivamente, aunque muy variables en los distintos lotes analizados, como se observa en los elevados coeficientes de variación obtenidos. (Tabla 85).

En las muestras de concentrado los datos del índice de formol son 5 veces superiores a los del zumo natural considerado como referencia; esto podría hacer suponer que el proceso de concentración al que se ha sometido este producto no ha provocado una disminución del índice, lo que se debería principalmente a pardeamientos (reacción de Maillard), o bien que su disminución se ha corregido mediante la adición de aminoácidos. (GARCIA CASTRO y col., 1990; MATSUMOTO y OBARA, 1974; ROYO IRANZO, 1974).

Los zumos comerciales han dado valores de índice de formol variables entre si; así, se han encontrado niveles medios de 7.363 para la muestra Z3 y 14.284 para la muestra Z0 (Tabla 5); lo mismo ocurre entre los distintos lotes analizados de cada muestra, lo cual se refleja en los elevados coeficientes de variación obtenidos para todos los zumos analizados excepto para la muestra Z4.

Todos los néctares muestran valores para este índice muy inferiores al zumo natural. Las muestras NC3 y NL3 presentan los valores medios mínimos de 3.305 y la muestra NL5 el valor máximo 7.341.(Tabla 85). El mínimo de todas las muestras ha sido de 2.548 en NL3.

Los bajos niveles de los néctares pueden ser debidos a una mayor pérdida durante el proceso de elaboración, o a que no contengan el mínimo de zumo legislado (40 %). Si consideramos como referencia el índice de formol del zumo natural (12.378), los néctares deberían tener como mínimo 4.950; ésto sólo se cumple para NL1, NC2, NL5 y NC5.

Haciendo los mismos cálculos, pero comparando el zumo y el néctar de una misma marca, en el caso de las 2, 3 y 4, ni la muestra NL2 ni la NC4, cumplen el 40 % señalado en la legislación, respecto a sus zumos correspondientes, aunque para NC4 es muy próximo. Hay que indicar, además , que en la marca 2 tanto para NC2 como para NL2 en el envase viene reflejado que el contenido de zumo es del 50%, quizás buscando adaptarse a la normativa europea que se recoge en la Legislación de 1991. Si tenemos ésto en cuenta, NL2 queda muy por debajo.

Todas estas diferencias quedan reflejadas gráficamente mediante diagrama de barras en la Gráfica 30, donde se consideran los valores medios de las muestras analizadas.

4.3.1.5.1.- Comparación con datos bibliográficos.

Los distintos autores consultados establecen un rango de variación para el contenido en proteínas de la piña muy variable, entre 0.045 y 0.690 %, como se muestra en el cuadro 9.

Esta misma variación es recogida por SANMARTIN y col., 1989, respecto a los valores del índice de formol, entre 5.50 y 14.30, al analizar concentrados de piña de distinta procedencia.

Cuadro 9.- CONTENIDO EN PROTEINAS DE LA PIÑA FRESCA SEGUN DIVERSOS AUTORES. (g/ 100g)

	<u>Proteínas</u>
AORTAN y FRANGUE, 1990	0.500
BOLAND y col., 1972	0.400
DILL, 1971	0.045 - 0.115
FAO, 1990	0.400
KERMARSHA y col., 1987	0.210 - 0.690
SOUCI y col., 1986	0.460
WUODROOF y LUH, 1986	0.390
(*)	0.423

(*) : resultados obtenidos en este trabajo.

4.3.1.5.2.- Influencia del lote. Análisis de la varianza.

La posible variación de los contenidos en proteína de la piña fresca y sus concentrado en los distintos lotes, se ha evaluado mediante la aplicación de la Tabla de ADEVA con un factor.

Los resultados obtenidos para la piña fresca ($F_{4,4} = 1.250$) muestran que no existen diferencias significativas del contenido en proteínas en los distintos lotes, mientras que para el concentrado ($F_{1,2} = 82,771$) estas diferencias si son significativas, como ya comentamos al referirnos a sus elevados coeficientes de variación.

4.3.1.5.3.- Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza.

Al comparar aquellos néctares que se presentan en distinto tipo de envase (marcas comerciales 2,3 y 5), podemos ver que los resultados referentes al índice de formol son similares en cada marca comercial al comparar los distintos tipos de envase.

La aplicación de la Tabla de ADEVA con dos factores a los resultados experimentales de la determinación del índice de formol (Tabla 86) indican que ninguno de los néctares considerados sufre variación significativa de éstos parámetros debido al sistema de envasado.

Tabla 86.- Influencia del envase en el Índice de Formol.
Análisis de la Varianza.

<u>Marcas</u> <u>Comerciales</u>	<u>Índice de Formol</u>	
2	$F_{1,2} =$	0.7222
3	$F_{1,2} =$	0.000
5	$F_{1,2} =$	7.093

4.3.1.6.- Vitamina C.

El contenido en vitamina C se expresa en mg de ácido ascórbico por 100g o 100mL según el tipo de muestra.

Los resultados experimentales se recogen en la Tabla 87: Referente a la piña fresca, zumo natural y concentrado; Tabla 88: Para los zumos comerciales y Tabla 89: Relativa a los néctares analizados.

Al igual que en el caso anterior, con el fin de facilitar la discusión de los resultados, en la Gráfica 31 se muestra el diagrama de barras de los valores totales medios de cada una de las marcas analizadas, además de la piña natural.

Tabla 87: Vitamina C en Piña fresca (mg/100g), Zumo natural (mg/100mL)
y Concentrado de zumo de piña (g/100g).

		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>L4</u>	<u>L5</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>							
P							
	X	61.367	98.665	81.916	86.042	116.300	78.858
	DE	0.796	0.000	0.421	1.213	0.364	24.412
	CV						0.294
ZN							
	X	59.560	90.329	80.308	81.807	99.794	84.156
	DE	0.852	0.000	7.423	4.546	1.717	13.695
	CV						0.156
CC							
	X	222.092	186.438	—	—	—	
	DE	9.397	4.638				204.265
	CV						21.455
							0.091

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 88: Vitamina C en Zumos comerciales de piña (mg/100mL).

		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>					
Z 1					
	X	19.107	13.364	10.192	14.221
	DE	0.297	0.392	1.178	3.964
	CV				0.263
Z 2					
	X	9.164	9.485	7.235	8.521
	DE	1.028	1.363	1.114	1.440
	CV				0.158
Z 3					
	X	48.507	42.936	43.021	44.821
	DE	4.042	1.039	1.653	3.560
	CV				0.075
Z 4					
	X	11.735	16.878	17.821	15.813
	DE	0.000	1.091	2.676	3.244
	CV				0.190

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 89: Vitamina C en Néctares de piña (mg/100mL).

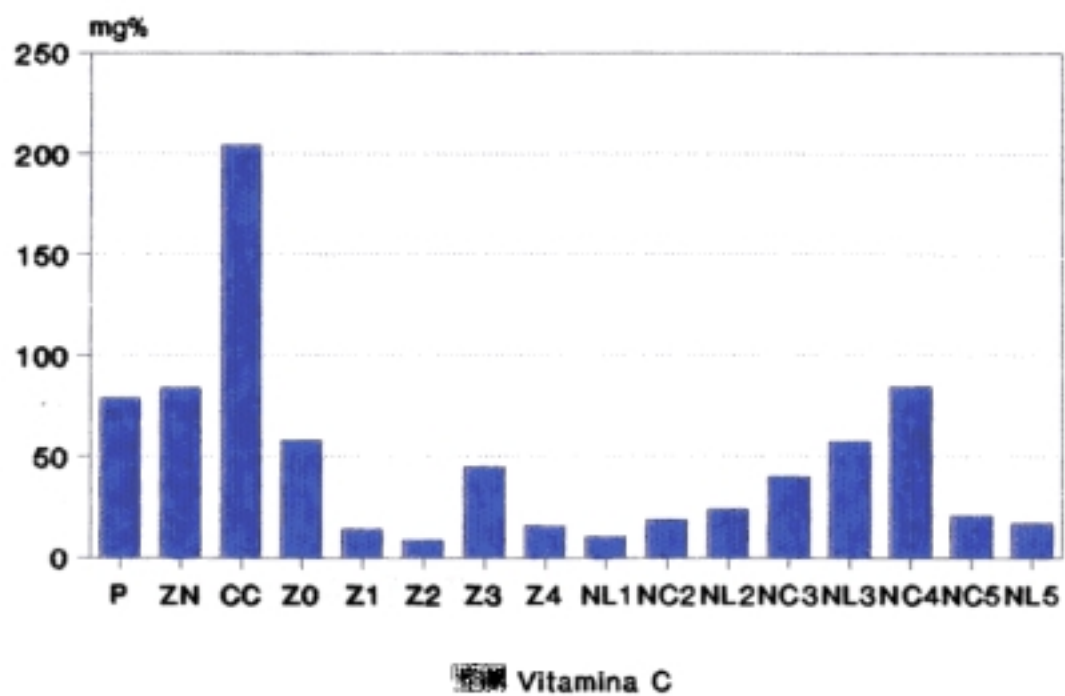
	<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>				
NL 1				
X	10.621	9.859	10.192	10.221
DE	0.535	0.647	0.446	0.581
CV				0.054
NC 2				
X	16.615	17.350	21.678	18.995
DE	0.733	0.305	0.148	2.549
CV				0.124
NL 2				
X	20.135	32.821	18.764	23.907
DE	1.860	1.028	0.594	6.802
CV				0.268
NC 3				
X	37.450	42.164	40.193	39.935
DE	2.571	2.576	1.507	2.843
CV				0.067
NL 3				
X	52.914	62.736	56.843	57.498
DE	3.911	0.785	5.893	5.567
CV				0.091
NC 4				
X	87.383	86.868	80.440	84.897
DE	1.091	3.637	1.819	3.939
CV				0.042
NC 5				
X	21.146	18.488	23.288	20.974
DE	0.973	2.079	1.361	2.473
CV				0.111
NL 5				
X	16.106	16.878	17.907	17.071
DE	1.091	0.257	0.257	0.888
CV				0.049

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Gráfica 31.- Valores totales medios de Vitamina C en las muestras analizadas.



La piña natural y su zumo muestran niveles de vitamina C similares entre sí (78.858 mg/100g y 84.156 mg/100mL, respectivamente) aunque con grandes variaciones en los distintos lotes analizados, como se refleja en los elevados coeficientes de variación obtenidos (Tablas 87).

El contenido medio de vitamina C de las muestras de concentrado (204.265 mg/100g, Tabla 87) es menor del que cabría esperar por su grado de concentración. Esto es debido a que la vitamina C es un compuesto muy lábil fácilmente alterable durante los procesos de elaboración del concentrado, especialmente en las fases que impliquen tratamientos térmicos.(KANNER y col., 1982;ROYO IRANZO, 1974).

La misma variación se encuentra en los resultados obtenidos del análisis de vitamina C en las muestras comerciales.

Como se indicó en la parte general, los zumos y néctares que existen en los mercados españoles están elaborados a partir de concentrado y el proceso de reconstitución implica nuevos tratamientos térmicos, lo cual hace suponer una nueva disminución del contenido en vitamina C. (GONZALEZ y col., 1988; MEYDAV y col., 1977; TORIBIO y LOZANO, 1984).

Los zumos comerciales presentan niveles de vitamina C entre 7.235 mg/100mL de la muestra Z2 y 48.507 mg/100mL de la muestra Z3, (Tabla 88); la muestra Z0, comentada en la parte experimental, presenta niveles más elevados : 62.307 mg/100mL, (Tabla 2). Como ya comentamos, esta muestra indicaba en su envase el enriquecimiento con vitamina C.

De acuerdo con la legislación vigente los zumos y néctares comerciales pueden denominarse "enriquecidos con Vitamina C " si aseguran un contenido mínimo de 400 mg/L durante el periodo de consumo preferente. Los resultados obtenidos hacen suponer que a la muestra Z3 se le ha adicionado vitamina C, pudiendo incluirse dentro de este grupo , aunque el fabricante no lo menciona como tal en el envase.

En los néctares los niveles de vitamina C son muy variables, entre 9.859 mg/100mL de la muestra NL1 y 62.736 mg/100mL del néctar NL3, destacando la muestra NC4 con niveles muy superiores, 87.383 mg/100mL. (Tabla 89).

Todos los néctares, excepto la muestra NL1 y NC4, indican en su envase la adición de ácido ascórbico como antioxidante; la muestra NC4 declara que esta enriquecida en vitamina C y los resultados experimentales obtenidos indican que esta marca supera en gran medida los niveles mínimos exigidos para esta denominación.

Todas las diferencias ya comentadas se observan claramente en la Gráfica 31.

4.3.1.6.1.- Comparación con datos bibliográficos.

Los resultados que citan diversos autores, respecto al contenido de vitamina C en la piña fresca y el zumo natural son muy variables , como puede observarse en el Cuadro 10, e inferiores a los obtenidos por nosotros. Esto podría deberse no solamente a causas particulares de la muestra sino también al método analítico utilizado en su determinación.

Al igual que al intentar comparar los parámetros anteriores, existen escasas referencias bibliográficas relativas a los contenidos de vitamina C en los derivados de piña objeto de este estudio.

Los resultados obtenidos por WOODROOF, en 1986 , en concentrado, y por DÍAZ y col. en 1987 en zumos comerciales y néctares, son inferiores a los de este trabajo, como ocurría en el caso de las muestras naturales (piña y zumo).

**Cuadro 10.- CONTENIDO EN VITAMINA C EN PIÑA FRESCA SEGUN
DIFERENTES AUTORES (mg/100g).**

<u>Vitamina C</u>	
ADRIAN y FRANGUE, 1990	15.000
BIELIG y WERNER, 1973	25.000
DULL, 1971	10.000 - 25.000
FAO, 1990	30.000
KERMARSHA y col., 1987	11.100 - 20.400
SODD y col., 1976	16.400 - 18.100
SOUCI y col., 1986	19.000
WOODROOF y LUH, 1986	15.400
(*)	78.858

(*) = resultados obtenidos en este trabajo.

4.3.1.6.2.— Influencia del lote. Análisis de la varianza.

Como en casos anteriores, dada la gran variabilidad de resultados obtenidos, se ha considerado de interés evaluar si ésta es debida a los distintos lotes de fabricación .

Los resultados de la aplicación de la Tabla de ADEVA con un factor (estadístico F de Fisher a un 95 % de confianza), se recogen en la Tabla 90.

De su comparación con los F críticos correspondientes (Tabla 14) se deduce que tanto la piña fresca como el zumo natural, sufren variación significativa del contenido en vitamina C debida a las distintas características de la muestras de cada lote.

De igual manera se observa variación estadísticamente significativa del contenido en vitamina C en los lotes de concentrado.

Respecto a los zumos comerciales, la muestra Z1 es la única que muestra variación significativa de este parámetro en los distintos lotes analizados; esta muestra presentaba un elevado coeficiente de variación (26.3%).

Las muestras NC2 y NL2 son las únicas, de todos los néctares analizados, que presentan variación significativa del contenido en vitamina C debida al lote de fabricación.

Las muestras NC5 y NL5, presentan una ligera variación que puede considerarse estadísticamente no significativa a un nivel de confianza

del 97.5%.

Por todo ello, podemos deducir que , si bien este compuesto es fácilmente alterable durante los procesos de elaboración de zumos y néctares, las escasas variaciones significativas encontradas en los distintos lotes de las diferentes muestras hacen suponer un control de las condiciones de elaboración con posible adición de este compuesto al producto final, como de hecho se señala en los envases de los néctares.

Tabla 90.- Influencia del lote en el contenido de Vitamina C.
Análisis de la Varianza.

<u>Muestras</u>	<u>Vitamina</u>	<u>C</u>
P	F4,5 =	2775.000
ZN	F4,8 =	30.742
CC	F1,2 =	23.153
Z 1	F2,6 =	112.676
Z 2	F2,5 =	3.121
Z 3	F2,6 =	4.551
Z 4	F2,4 =	6.138
NL 1	F2,6 =	1.487
NC 2	F2,4 =	113.586
NL 2	F2,6 =	110.979
NC 3	F2,6 =	3.251
NL 3	F2,6 =	4.343
NC 4	F2,3 =	5.067
NC 5	F2,6 =	7.307
NL 5	F2,5 =	6.993

4.3.1.6.3.- Influencia del envase. Análisis de la varianza.

Al comparar los resultados de vitamina C obtenidos en los néctares de las marcas comerciales 2,3 y 5 , se observa que los néctares envasados en metal de las marcas 2 y 3 , contienen más vitamina C que los envasados en vidrio, y en el caso de la marca 5, son bastante similares en ambos tipos de envase.

Para evaluar si estas diferencias eran estadísticamente significativas se ha aplicado la Tabla de ADEVA con dos factores (estadístico F de Fisher), cuyos resultados se recogen en la Tabla 91.

Al comparar los F experimentales con sus correspondientes F críticos se comprueba que sólo la marca 3 presenta variación estadísticamente significativa del contenido en vitamina C debida al distinto tipo de envase considerado.

Tabla 91.- Influencia del envase en la Vitamina C.
Análisis de la Varianza.

<u>Marcas</u> <u>Comerciales</u>	<u>Vitamina</u>	<u>C</u>
2	F _{1,2} =	0.990
3	F _{1,2} =	129.468
5	F _{1,2} =	11.091

4.3.1.7.- Contenido mineral: cenizas, alcalinidad y elementos minerales.

Para el estudio de la fracción mineral se ha realizado el análisis del contenido en cenizas totales, alcalinidad de las mismas y la determinación cuantitativa de los macroelementos, Na, K, Ca, Mg y P, y de los microelementos, Cu, Fe, Mn y Zn.

Los resultados referentes al contenido en cenizas totales se muestran en la Tabla 92 relativa a la piña fresca, zumo natural y concentrado, Tabla 93: Zumos comerciales y Tabla 94: Néctares. En la Gráfica 32 se comparan los valores totales medios del contenido en cenizas de las diferentes muestras.

Los datos relativos a la alcalinidad de las cenizas se recogen en la Tabla 95 y los resultados se expresan en g K_2CO_3 . Los valores totales medios de la alcalinidad de las cenizas se muestran, de forma comparativa mediante diagrama de barras en la Gráfica 33.

En cuanto a los elementos minerales se recogen en la Tabla 96: piña fresca, Tabla 97: Zumo natural, concentrado: Tabla 98; Tablas 99 - 102: Zumos comerciales y Tablas 104 - 111: Néctares. Dado el gran número de datos que estas Tablas incluyen, para facilitar su comprensión, en la Tabla 103 se recogen los valores totales relativos a piña, zumo natural, concentrado y zumos comerciales, y en la Tabla 112: los valores relativos a los néctares.

En las Gráficas 34 y 35 se representan los valores totales medios de los macroelementos y microelementos, respectivamente, de piña fresca, zumo

natural, concentrado y zumos comerciales.

De igual manera se han representado los valores correspondientes a los macroelementos y microelementos de los néctares en las Gráficas 36 y 37.

Tabla 92: Contenido de cenizas en Piña natural (g/100g), Zumo natural (g/100mL) y concentrado (g/100g).

	<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>L4</u>	<u>L5</u>	-- <u>Total</u> --
<u>Muestras</u>						
P						
X	0.331	0.221	0.500	0.337	0.448	0.394
DE	0.020	0.004	0.017	0.023	0.049	0.101
CV						0.249
ZN						
X	0.222	0.396	0.451	0.395	0.351	0.386
DE	0.022	0.013	0.006	0.005	0.001	0.053
CV						0.133
CC						
X	2.435	1.746				2.091
DE	0.525	0.024				0.503
CV						0.219

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 93: Contenido de cenizas en Zumos comerciales de piña (g/100mL).

		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>					
Z 1					
	X	0.307	0.309	0.337	0.318
	DE	0.003	0.005	0.007	0.015
	CV				0.045
Z 2					
	X	0.176	0.195	0.118	0.163
	DE	0.025	0.039	0.004	0.042
	CV				0.241
Z 3					
	X	0.242	0.223	0.237	0.235
	DE	0.003	0.005	0.004	0.009
	CV				0.038
Z 4					
	X	0.371	0.453	0.438	0.414
	DE	0.007	0.016	0.003	0.041
	CV				0.092

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 94: Contenido de cenizas en Néctares de piña (g/100mL).

	<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>				
NL 1				
X	0.235	0.168	0.163	0.189
DE	0.003	0.012	0.017	0.036
CV				0.181
NC 2				
X	0.076	0.091	0.078	0.082
DE	0.002	0.007	0.002	0.008
CV				0.090
NL 2				
X	0.167	0.226	0.151	0.181
DE	0.003	0.026	0.004	0.034
CV				0.178
NC 3				
X	0.182	0.162	0.173	0.171
DE	0.011	0.004	0.002	0.010
CV				0.057
NL 3				
X	0.203	0.203	0.231	0.211
DE	0.002	0.005	0.005	0.014
CV				0.064
NC 4				
X	0.150	0.147	0.142	0.147
DE	0.006	0.030	0.001	0.005
CV				0.032
NC 5				
X	0.128	0.113	0.117	0.119
DE	0.000	0.003	0.012	0.009
CV				0.068
NL 5				
X	0.104	0.124	0.148	0.125
DE	0.028	0.000	0.000	0.023
CV				0.171

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 95.- Alcalinidad de cenizas en Piña fresca, Zumo natural de piña
Concentrado de zumo de piña, zumos y néctares comerciales.
(g CO3K2 / 100 g ó mL)

<u>Nº lote:</u>	<u>L 1</u>	<u>L 2</u>	<u>L 3</u>	<u>L 4</u>	<u>L 5</u>	<u>----- Total -----</u>	<u>-----</u>
						X ± DE	CV
<u>Muestras</u>							
P	0.248	0.250	0.236	0.195	0.271	0.240 ± 0.028	0.105
ZN	0.245	0.259	0.258	0.184	0.236	0.236 ± 0.031	0.118
CC	1.068	1.291	-	-	-	1.179 ± 0.157	0.094
Z 1	0.182	0.119	0.169	-	-	0.157 ± 0.034	0.175
Z 2	0.076	0.066	0.094	-	-	0.079 ± 0.014	0.149
Z 3	0.144	0.141	0.147	-	-	0.144 ± 0.003	0.017
Z 4	0.228	0.287	0.258	-	-	0.258 ± 0.029	0.093
NL 1	0.131	0.105	0.113	-	-	0.116 ± 0.013	0.092
NC 2	0.075	0.090	0.079	-	-	0.081 ± 0.007	0.075
NL 2	0.115	0.183	0.117	-	-	0.138 ± 0.038	0.228
NC 3	0.087	0.087	0.092	-	-	0.089 ± 0.003	0.029
NL 3	0.124	0.118	0.158	-	-	0.133 ± 0.021	0.132
NC 4	0.120	0.092	0.109	-	-	0.107 ± 0.014	0.104
NC 5	0.112	0.088	0.123	-	-	0.107 ± 0.018	0.137
NL 5	0.124	0.119	0.129	-	-	0.129 ± 0.005	0.033

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 96.- Estudio del contenido mineral de la Piña fresca: P.
(mg/100g)

nº lote	MACROELEMENTOS					MICROELEMENTOS			
	Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
L1									
X	2.326	86.717	12.748	9.581	3.773	0.096	0.389	0.453	0.179
DE	0.709	9.547	0.333	0.697	0.181	0.011	0.069	0.004	0.012
L2									
X	1.978	106.493	18.580	14.711	3.837	0.108	0.399	0.209	0.120
DE	0.486	2.253	0.570	1.604	0.091	0.011	0.033	0.005	0.003
L3									
X	1.959	179.676	5.913	11.390	3.808	0.082	0.272	0.147	0.074
DE	0.257	2.936	0.178	0.567	0.527	0.005	0.024	0.002	0.006
L4									
X	1.629	111.283	13.287	21.907	4.041	0.096	0.362	0.152	0.098
DE	0.300	0.359	0.494	0.569	0.199	0.002	0.055	0.003	0.022
L5									
X	2.335	153.734	12.182	14.434	3.720	0.111	0.292	0.226	0.088
DE	0.538	5.972	0.500	0.831	0.074	0.004	0.012	0.003	0.017
Total									
X	2.062	134.101	11.960	14.156	3.836	0.097	0.337	0.237	0.112
DE	0.503	35.751	4.211	4.101	0.232	0.013	0.067	0.125	0.041
CV	0.239	0.261	0.344	0.284	0.057	0.132	0.194	0.511	0.583

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 97.- Estudio del contenido mineral del Zumo natural de
de piña: ZN. (mg/100mL)

		MACROELEMENTOS					MICROELEMENTOS			
nº lote		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1	X	2.150	93.050	10.750	10.150	2.764	0.033	0.229	0.339	0.053
	DE	1.226	4.800	0.347	0.300	0.090	0.002	0.105	0.122	0.004
L2	X	1.867	133.000	15.993	21.467	3.237	0.075	0.289	0.231	0.091
	DE	0.242	1.154	0.290	0.723	0.297	0.007	0.078	0.004	0.005
L3	X	1.800	160.000	8.130	12.700	3.225	0.048	0.243	0.345	0.074
	DE	0.231	1.632	0.151	0.383	0.280	0.002	0.056	0.006	0.001
L4	X	2.625	118.250	12.321	10.958	3.306	0.058	0.272	0.303	0.077
	DE	0.984	3.528	3.238	0.678	0.182	0.003	0.054	0.017	0.013
L5	X	1.750	119.310	7.650	20.750	3.271	0.080	0.292	0.261	0.075
	DE	0.288	1.106	6.770	0.540	0.049	0.007	0.013	0.003	0.002
Total	X	2.239	124.134	11.500	15.373	3.161	0.059	0.265	0.295	0.074
	DE	0.855	21.572	4.288	5.105	0.261	0.019	0.028	0.072	0.013
	CV	0.374	0.170	0.365	0.325	0.078	0.320	0.265	0.239	0.178

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 98.- Estudio del contenido mineral del Concentrado de Zumo de piña: CC. (mg/100g)

MACROELEMENTOS							MICROELEMENTOS			
nº lote	Na	K	Ca	Mg	P		Cu	Fe	Mn	Zn
L1	X	614.771	614.771	23.906	51.539	12.340	0.263	4.087	0.452	6.530
	DE	3.684	3.466	0.996	2.332	0.264	0.018	0.800	0.086	0.840
L2	X	643.424	643.422	62.343	63.485	16.420	0.266	5.505	0.412	14.284
	DE	23.375	23.374	9.146	9.122	0.761	0.033	0.127	0.021	0.766
Total	X	628.944	629.096	39.281	56.318	14.380	0.264	4.796	0.432	10.407
	DE	21.807	21.670	21.555	8.145	2.401	0.024	0.782	0.060	4.307
	CV	0.032	0.031	0.491	0.129	0.145	0.082	0.149	0.127	0.378

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 99.- Estudio del contenido mineral del Zumο comercial de
piña: Z1. (mg/100mL)

MACROELEMENTOS

MICROELEMENTOS

<u>nº lote</u>		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1	X	3.203	91.533	15.365	11.360	3.808	0.074	0.209	0.240	0.109
	DE	0.911	0.416	0.318	0.249	0.099	0.008	0.024	0.006	0.004
L2	X	9.748	108.250	16.980	12.720	4.361	0.051	0.171	0.970	0.087
	DE	0.369	1.768	0.441	0.270	0.158	0.001	0.006	0.014	0.013
L3	X	3.381	108.500	22.213	13.240	3.674	0.057	0.165	0.914	0.074
	DE	0.101	0.848	0.600	2.446	0.041	0.003	0.016	0.012	0.008
Total	X	5.124	101.157	18.539	12.332	4.008	0.062	0.184	0.661	0.090
	DE	3.207	9.041	3.143	1.453	0.350	0.012	0.027	0.363	0.017
	CV	0.576	0.083	0.158	0.112	0.081	0.178	0.138	0.521	0.176

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 100.- Estudio del contenido mineral del Zumo comercial: Z 2.

(mg / 100 mL)

MACROELEMENTOS						MICROELEMENTOS				
nº lote		Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
L1										
	X	1.825	44.467	9.000	7.607	2.356	0.036	0.131	0.690	0.044
L2	DE	0.177	2.926	0.216	0.335	0.041	0.004	0.013	0.011	0.005
L3	X	1.318	38.750	10.107	7.393	2.653	0.035	0.134	0.643	0.042
	DE	0.079	5.300	1.083	0.776	0.297	0.003	0.018	0.103	0.008
L3										
	X	1.510	36.967	9.910	5.320	2.326	0.025	0.122	0.726	0.032
Total	DE	0.155	1.504	0.184	0.141	0.083	0.006	0.001	0.006	0.006
Total										
	X	1.518	40.225	9.642	6.955	2.445	0.031	0.129	0.686	0.036
	DE	0.250	4.471	0.802	1.111	0.213	0.006	0.015	0.059	0.008
	CV	0.153	0.104	0.078	0.149	0.079	0.206	0.115	0.079	0.190

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 101.- Estudio del contenido mineral del Zumo comercial de
piña: Z3. (mg/100mL)

MACROELEMENTOS

MICROELEMENTOS

<u>nº lote</u>		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1	X	9.589	75.500	13.490	12.223	1.329	0.030	0.280	0.977	0.039
	DE	0.799	5.866	0.101	0.222	0.256	0.004	0.014	0.005	0.004
L2	X	9.033	64.822	14.447	12.847	1.690	0.027	0.173	1.265	0.045
	DE	0.502	4.718	0.315	0.257	0.272	0.005	0.006	0.023	0.001
L3	X	10.355	69.400	14.523	12.310	2.595	0.028	0.175	1.306	0.043
	DE	0.590	4.371	0.571	0.357	0.314	0.005	0.021	0.040	0.004
Total	X	9.659	69.907	14.153	12.460	1.871	0.028	0.209	1.183	0.042
	DE	0.799	6.316	0.597	0.382	0.623	0.004	0.054	0.157	0.004
	CV	0.078	0.085	0.040	0.029	0.304	0.145	0.245	0.125	0.081

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 102.- Estudio del contenido mineral del Zumo comercial de
piña: Z4. (mg/100mL)

nº lote	MACROELEMENTOS					MICROELEMENTOS				
	Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn	
L1	X	6.400	107.250	18.733	15.920	3.417	0.075	0.562	1.254	0.059
	DE	0.000	4.454	0.120	0.762	0.223	0.017	0.009	0.044	0.005
L2	X	9.102	141.006	16.867	17.610	3.732	0.044	0.179	0.770	0.063
	DE	1.588	2.890	0.869	1.122	0.240	0.005	0.013	0.023	0.004
L3	X	9.293	139.300	17.147	18.110	4.216	0.044	0.191	0.863	0.067
	DE	0.157	3.534	0.741	0.896	0.231	0.003	0.003	0.034	0.007
Total	X	8.565	131.927	17.511	17.253	3.789	0.052	0.325	0.962	0.062
	DE	1.570	15.536	1.051	1.273	0.402	0.016	0.196	0.224	0.006
	CV	0.173	0.110	0.057	0.070	0.097	0.290	0.563	0.220	0.084

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 103.- Comparación contenido mineral de las muestras analizadas:

Piña natural, Zumo natural, concentrado y Zumos comerciales.
(mg %)

MACROELEMENTOS						MICROELEMENTOS				
MUESTRAS	Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn	
P	X	2.062	134.101	11.960	14.156	3.836	0.097	0.337	0.237	0.112
	DE	0.503	35.751	4.211	4.101	0.232	0.013	0.067	0.125	0.041
	CV	0.239	0.261	0.344	0.284	0.057	0.132	0.194	0.511	0.583
ZN	X	2.239	124.134	11.500	15.373	3.161	0.059	0.265	0.295	0.074
	DE	0.855	21.572	4.288	5.105	0.261	0.019	0.028	0.072	0.013
	CV	0.374	0.170	0.365	0.325	0.078	0.320	0.265	0.239	0.178
CC	X	628.944	629.096	39.281	56.318	14.380	0.264	4.796	0.432	10.407
	DE	21.807	21.670	21.555	8.145	2.401	0.024	0.782	0.060	4.307
	CV	0.032	0.031	0.491	0.129	0.145	0.082	0.149	0.127	0.378
Z 0	X	3.555	112.725	16.172	15.712	3.548	0.062	0.278	1.255	0.106
	DE	1.403	12.114	1.958	1.399	0.347	0.016	0.031	0.186	0.021
	CV	0.378	0.103	0.116	0.085	0.093	0.252	0.105	0.142	0.188
Z 1	X	5.124	101.157	18.539	12.332	4.006	0.062	0.184	0.661	0.090
	DE	3.207	9.041	3.143	1.453	0.350	0.012	0.027	0.363	0.017
	CV	0.576	0.083	0.158	0.112	0.081	0.178	0.138	0.521	0.176
Z 2	X	1.518	40.225	9.642	6.955	2.445	0.031	0.129	0.686	0.039
	DE	0.389	4.471	0.802	1.111	0.213	0.006	0.015	0.059	0.008
	CV	0.239	0.104	0.078	0.149	0.079	0.206	0.115	0.079	0.190
Z 3	X	9.659	69.907	14.153	12.460	1.871	0.028	0.209	1.183	0.042
	DE	0.799	6.316	0.597	0.382	0.623	0.004	0.054	0.157	0.004
	CV	0.078	0.085	0.040	0.029	0.304	0.145	0.245	0.125	0.081
Z 4	X	8.565	131.927	17.511	17.253	3.789	0.052	0.325	0.962	0.062
	DE	1.570	15.536	1.051	1.273	0.402	0.016	0.196	0.224	0.006
	CV	0.173	0.110	0.057	0.070	0.097	0.290	0.563	0.220	0.084

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 104.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NL 1
(mg/100mL)

<u>nº lote</u>	<u>MACROELEMENTOS</u>					<u>MICROELEMENTOS</u>			
	<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1									
X	1.602	41.567	9.360	6.307	0.630	0.024	0.480	0.341	0.036
DE	0.217	1.834	0.240	0.076	0.076	0.005	0.030	0.019	0.002
L2									
X	2.010	41.766	10.133	6.793	0.734	0.025	0.512	0.371	0.027
DE	0.353	6.004	0.666	0.460	0.008	0.003	0.022	0.023	0.001
L3									
X	1.648	39.267	9.767	6.573	0.816	0.035	0.331	0.357	0.033
DE	0.041	1.201	0.342	0.214	0.041	0.007	0.007	0.015	0.009
Total									
X	1.721	40.867	9.753	6.558	0.727	0.028	0.441	0.358	0.033
DE	0.253	3.415	0.516	0.332	0.092	0.002	0.085	0.020	0.006
CV	0.137	7.875	0.050	0.048	0.115	0.241	0.183	0.052	0.183

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 105.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NC 2
(mg/100mL)

MACROELEMENTOS

MICROELEMENTOS

<u>nº lote</u>		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1	X	2.647	20.267	11.507	5.720	1.113	0.028	0.093	0.247	0.033
	DE	0.630	3.754	0.151	0.092	0.000	0.001	0.011	0.001	0.008
L2	X	2.230	22.000	11.353	5.693	0.985	0.025	0.100	0.243	0.034
	DE	0.099	2.615	0.128	0.023	0.099	0.004	0.000	0.007	0.012
L3	X	2.189	21.489	7.633	4.540	1.014	0.025	0.091	0.252	0.024
	DE	0.587	3.151	0.229	0.650	0.107	0.007	0.015	0.003	0.007
Total	X	2.371	21.252	10.164	5.415	1.037	0.026	0.094	0.247	0.030
	DE	0.515	2.882	1.905	0.595	0.089	0.004	0.010	0.005	0.009
	CV	0.203	0.128	0.177	0.103	0.078	0.145	0.098	0.020	0.292

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 106.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NL 2

(mg/100mL)

MACROELEMENTOS						MICROELEMENTOS				
<u>nº</u> <u>lote</u>		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1										
	X	30.477	21.400	7.613	3.703	0.540	0.016	0.298	0.167	0.018
	DE	1.749	2.998	0.051	0.071	0.017	0.005	0.025	0.010	0.000
L2										
	X	48.605	20.189	13.827	6.300	0.512	0.017	0.326	0.152	0.023
	DE	1.856	1.036	0.093	0.148	0.008	0.001	0.006	0.002	0.003
L3										
	X	17.033	23.022	6.123	2.830	0.553	0.020	0.275	0.091	0.022
	DE	1.105	2.645	0.050	0.078	0.053	0.006	0.011	0.014	0.003
Total										
	X	32.038	21.537	9.188	4.278	0.535	0.017	0.300	0.137	0.021
	DE	13.791	2.404	3.538	1.565	0.031	0.004	0.026	0.036	0.003
	CV	0.406	0.105	0.363	0.345	0.053	0.210	0.082	0.250	0.138

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 107.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NC 3
(mg/100mL)

MACROELEMENTOS						MICROELEMENTOS				
nº lote		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1										
	X	9.216	36.200	14.280	10.190	1.691	0.022	0.214	0.834	0.034
	DE	0.174	0.565	0.170	0.071	0.157	0.001	0.001	0.025	0.003
L2										
	X	7.730	35.250	12.793	9.547	1.959	0.019	0.121	0.617	0.030
	DE	0.297	1.202	0.474	0.237	0.074	0.003	0.003	0.009	0.003
L3										
	X	7.586	38.041	14.805	10.377	1.924	0.041	0.184	0.848	0.034
	DE	0.260	1.150	0.304	0.186	0.041	0.001	0.012	0.013	0.002
Total										
	X	8.093	36.719	13.793	10.019	1.858	0.028	0.168	0.758	0.033
	DE	0.797	1.556	1.007	0.430	0.152	0.011	0.041	0.117	0.003
	CV	0.091	0.039	0.068	0.040	0.075	0.359	0.230	0.145	0.079

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 108.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NL 3
(mg/100mL)

<u>nº lote</u>	<u>MACROELEMENTOS</u>					<u>MICROELEMENTOS</u>			
	<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1									
X	15.290	38.150	15.073	11.107	0.565	0.027	0.258	0.555	0.024
DE	1.046	4.455	0.425	0.578	0.032	0.010	0.019	0.026	0.003
L2									
X	9.571	38.667	13.320	9.567	0.465	0.026	0.447	0.342	0.030
DE	0.544	2.112	0.108	0.120	0.025	0.003	0.009	0.014	0.003
L3									
X	16.560	38.525	16.410	12.060	0.571	0.032	0.250	0.603	0.037
DE	0.566	2.369	0.693	0.622	0.136	0.003	0.008	0.027	0.004
Total									
X	13.202	37.335	14.750	10.752	0.534	0.028	0.337	0.487	0.030
DE	3.484	2.705	1.353	1.158	0.083	0.006	0.103	0.123	0.006
CV	0.244	0.067	0.086	0.101	0.141	0.210	0.284	0.236	0.192

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 109.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NC 4
(mg/100mL)

MACROELEMENTOS							MICROELEMENTOS				
nº lote		Na	K	Ca	Mg	P		Cu	Fe	Mn	Zn
L1	X	11.960	37.343	6.650	5.073	1.551		0.025	0.390	0.478	0.029
	DE	1.689	2.633	0.071	0.331	0.008		0.002	0.020	0.026	0.002
L2	X	11.386	33.967	6.687	5.027	1.592		0.025	0.378	0.459	0.029
	DE	0.475	3.153	0.115	0.050	0.148		0.001	0.025	0.017	0.005
L3	X	11.830	30.189	6.867	5.107	1.994		0.029	0.422	0.465	0.028
	DE	2.072	0.945	0.186	0.161	0.387		0.009	0.012	0.046	0.002
Total	X	11.725	33.833	6.745	5.069	1.712		0.026	0.397	0.467	0.028
	DE	1.382	3.748	0.157	0.189	0.287		0.004	0.026	0.029	0.003
	CV	0.111	0.104	0.022	0.035	0.153		0.175	0.062	0.058	0.099

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 110.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NC 5
(mg/100mL)

nº lote	MACROELEMENTOS					MICROELEMENTOS				
	Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn	
L1	X	1.530	44.150	3.540	4.880	1.288	0.036	0.108	0.438	0.052
	DE	0.438	3.464	0.254	0.311	0.049	0.011	0.012	0.031	0.008
L2	X	4.917	35.350	3.480	3.400	1.708	0.016	0.096	0.157	0.066
	DE	1.193	3.747	0.198	0.141	0.165	0.006	0.006	0.007	0.000
L3	X	3.856	35.400	9.190	4.400	1.311	0.037	0.133	0.264	0.058
	DE	0.708	2.306	0.184	0.918	0.016	0.015	0.004	0.014	0.005
Total	X	3.672	37.886	5.403	4.251	1.436	0.029	0.113	0.283	0.057
	DE	1.602	4.942	2.937	0.827	0.225	0.014	0.018	0.117	0.008
	CV	0.408	0.121	0.496	0.180	0.143	0.470	0.144	0.383	0.120

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 111.- Estudio del contenido mineral del Néctar de piña: NL 5
(mg/100mL)

MACROELEMENTOS						MICROELEMENTOS				
nº lote		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
L1										
	X	1.145	33.200	7.767	4.560	1.236	0.041	0.206	0.320	0.037
	DE	0.021	0.990	0.287	0.226	0.058	0.014	0.006	0.141	0.001
L2										
	X	1.420	36.333	6.493	4.733	1.442	0.018	0.110	0.347	0.031
	DE	0.198	2.663	0.960	0.117	0.102	0.003	0.014	0.009	0.001
L3										
	X	3.426	35.250	11.080	5.000	1.113	0.032	0.104	0.269	0.042
	DE	0.500	2.051	1.159	0.000	0.115	0.021	0.008	0.013	0.000
Total										
	X	1.997	35.128	8.117	4.720	1.264	0.030	0.140	0.317	0.036
	DE	1.139	2.280	2.042	0.204	0.165	0.015	0.052	0.036	0.004
	CV	0.521	0.060	0.235	0.039	0.119	0.458	0.336	0.105	0.111

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 112.- Comparación contenido mineral de las muestras analizadas:

Néctares comerciales.
(mg %)

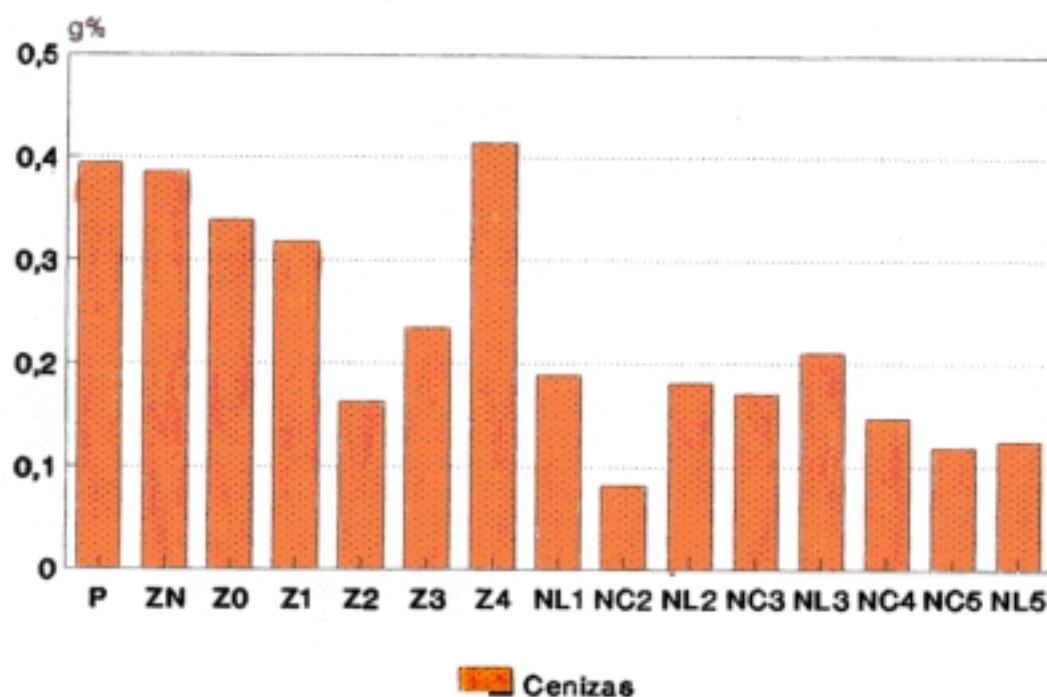
<u>MUESTRAS</u>		<u>MACROELEMENTOS</u>					<u>MICROELEMENTOS</u>			
		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
NL 1	X	1.721	40.867	9.753	6.558	0.727	0.028	0.441	0.358	0.033
	DE	0.253	3.415	0.516	0.332	0.092	0.002	0.085	0.020	0.006
	CV	0.137	7.875	0.050	0.048	0.115	0.241	0.183	0.052	0.183
NC 2	X	2.371	21.252	10.164	5.415	1.037	0.026	0.094	0.247	0.030
	DE	0.515	2.882	1.905	0.595	0.089	0.004	0.010	0.005	0.009
	CV	0.203	0.128	0.177	0.103	0.078	0.145	0.098	0.020	0.292
NL 2	X	32.038	21.537	9.188	4.278	0.535	0.017	0.300	0.137	0.021
	DE	13.791	2.404	3.538	1.565	0.031	0.004	0.026	0.036	0.003
	CV	0.406	0.105	0.363	0.345	0.053	0.210	0.082	0.250	0.138
NC 3	X	8.093	36.719	13.793	10.019	1.858	0.028	0.168	0.758	0.033
	DE	0.797	1.556	1.007	0.430	0.152	0.011	0.041	0.117	0.003
	CV	0.091	0.039	0.068	0.040	0.075	0.359	0.230	0.145	0.079
NL 3	X	13.202	37.335	14.750	10.752	0.534	0.028	0.337	0.487	0.030
	DE	3.484	2.705	1.353	1.158	0.083	0.006	0.103	0.123	0.006
	CV	0.244	0.067	0.086	0.101	0.141	0.210	0.284	0.236	0.192
NC 4	X	11.725	33.833	6.745	5.069	1.712	0.026	0.397	0.467	0.028
	DE	1.382	3.748	0.157	0.189	0.287	0.004	0.026	0.029	0.003
	CV	0.111	0.104	0.022	0.035	0.153	0.175	0.062	0.058	0.099
NC 5	X	3.672	37.886	5.403	4.251	1.436	0.029	0.113	0.283	0.057
	DE	1.602	4.942	2.937	0.827	0.225	0.014	0.018	0.117	0.008
	CV	0.408	0.121	0.496	0.180	0.143	0.470	0.144	0.383	0.120
NL 5	X	1.997	35.128	8.117	4.720	1.264	0.030	0.140	0.317	0.036
	DE	1.139	2.280	2.042	0.204	0.165	0.015	0.052	0.036	0.004
	CV	0.521	0.060	0.235	0.039	0.119	0.458	0.336	0.105	0.111

X = valor medio

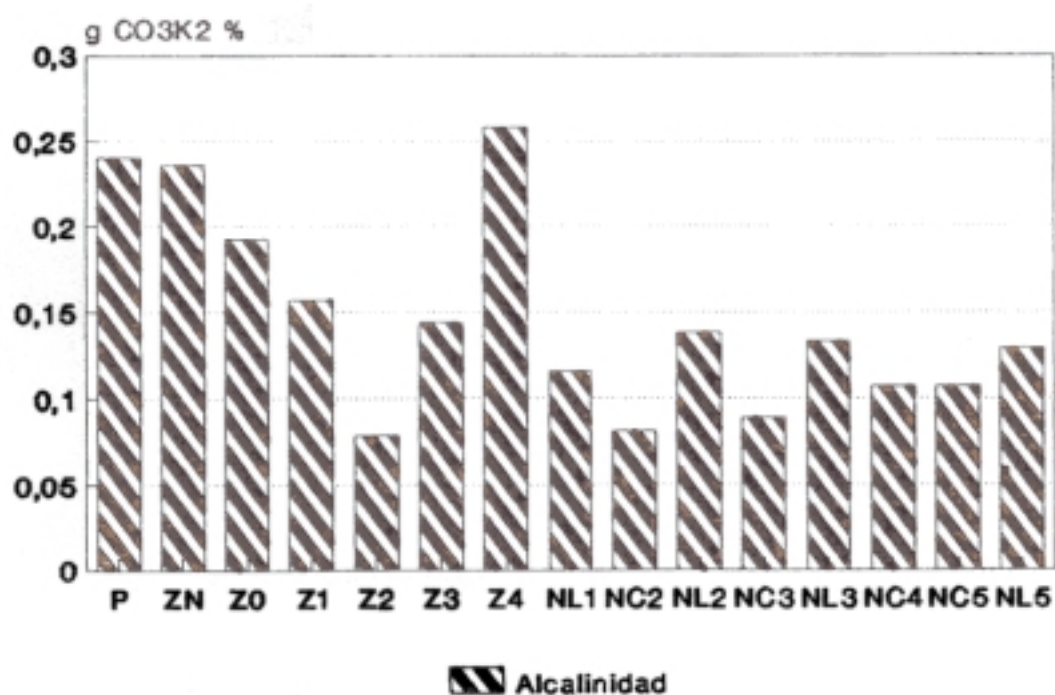
DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

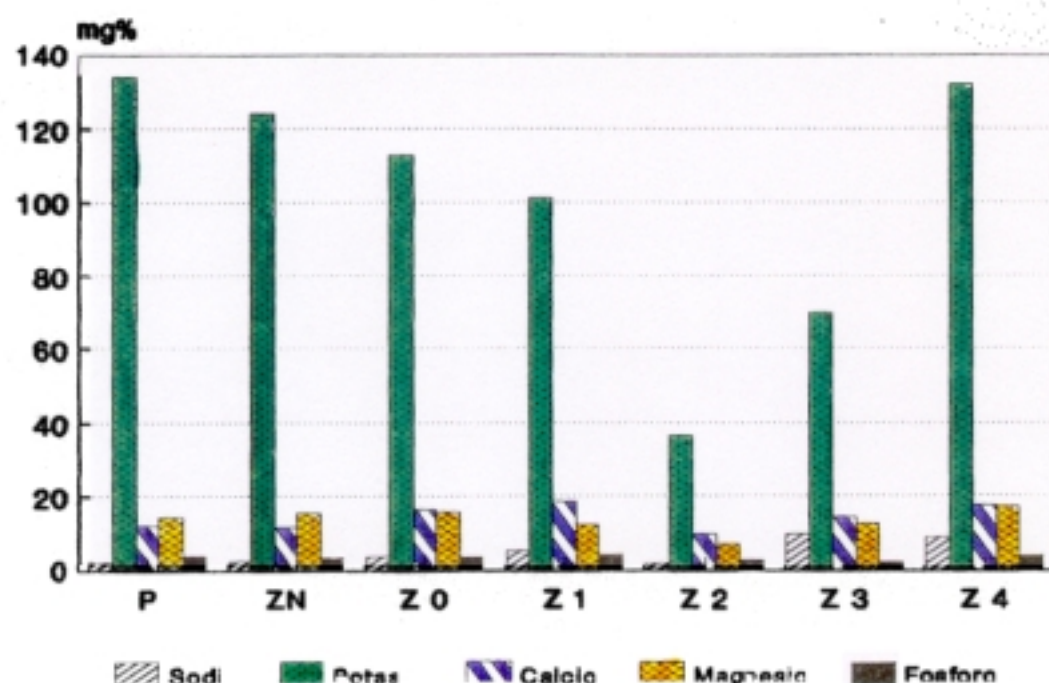
Gráfica 32.- Valores totales medios de Cenizas en las muestras analizadas.



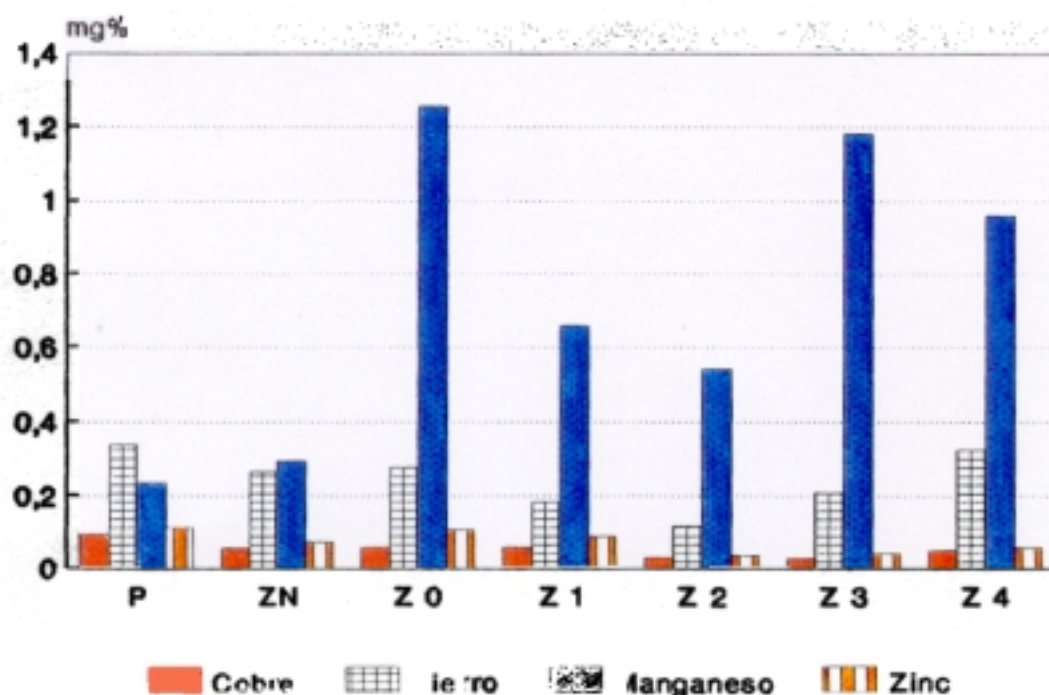
Gráfica 33.- Valores totales medios de alcalinidad de cenizas en las muestras analizadas.



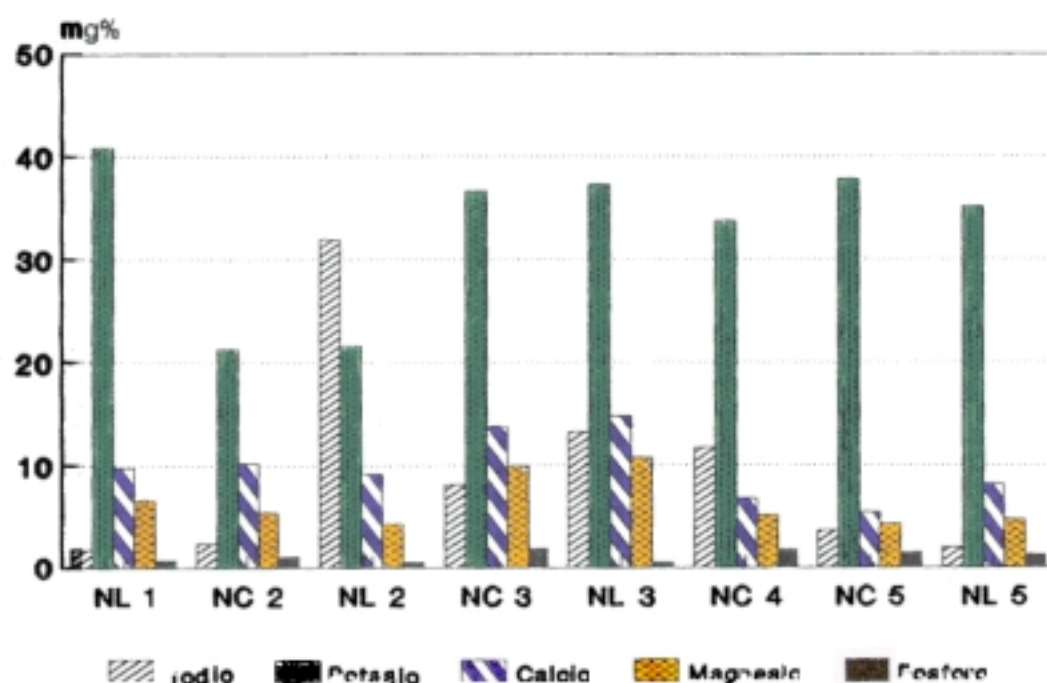
Gráfica 34.- Valores totales medios de macroelementos en Piña fresca, Zumo natural de piña y Zumos comerciales de piña.



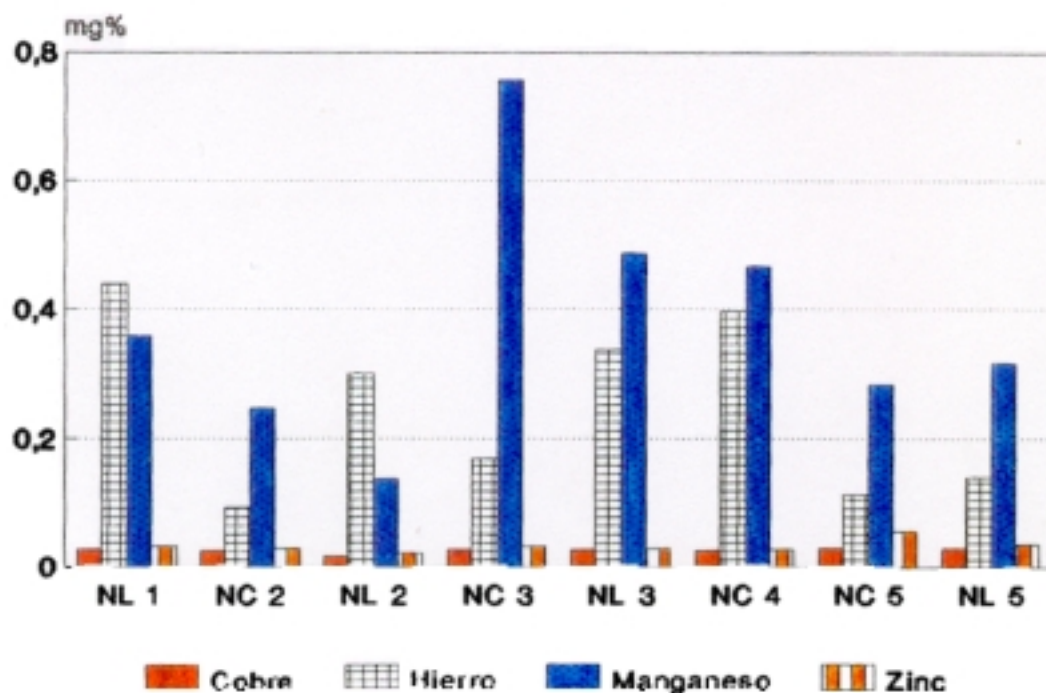
Gráfica 35.- Valores totales medios de microelementos en Piña fresca, Zumo natural de piña y Zumos comerciales de piña.



Gráfica 36.- Valores totales medios de macroelementos en Néctares de piña.



Gráfica 37.- Valores totales medios de microelementos en Néctares de piña.



Las piñas frescas y su zumo natural muestran valores de cenizas totales muy semejantes: 0.394 g/100g y 0.386 g/100mL, respectivamente. (Tabla 92). (WOODROFF, 1986) Según ROMOJARRO y col., 1974, los caracteres varietales no tienen influencia significativa en la composición mineral de la piña.

Los niveles de cenizas totales en las muestras de concentrado (2.091 g/100g) son del orden de 5 veces superior a los correspondientes al zumo natural, lo cual hace suponer que este parámetro no está influido por el proceso de obtención. (Tabla 92).

Todos los zumos comerciales analizados muestran contenidos de cenizas totales inferiores al zumo natural, entre 0.118 g/100mL del zumo Z2, y 0.337 g/100mL del zumo Z1, excepto el zumo Z4 que presenta niveles ligeramente superiores (0.453 g/100mL,) (Tabla 93). En el caso de los néctares los valores son inferiores a los del zumo natural considerado como referencia.

Teniendo en cuenta que los néctares, por definición, deben contener un mínimo de zumo del 40%, según la Legislación a la que se acogen nuestros productos, su contenido en cenizas debería ser igual o superior a 0.154 g/100mL, tomando como referencia el valor encontrado en el zumo natural; ésto se cumple en las muestras NL1, NL2, NC3 y NL3. Los niveles encontrados se sitúan entre un mínimo de 0.076 g/100mL de la muestra NC2, y un máximo de 0.235 g/100mL del nectar NL1, Tabla 94.

Estas diferencias quedan claramente reflejadas en la Gráfica 32.

Al estudiar la alcalinidad de las cenizas , Tabla 95, se llega a las mismas conclusiones anteriores; tanto la piña fresca como su zumo natural presentan niveles semejantes (0.240 g/100g y 0.236 g/100mL respectivamente), el concentrado muestra valores exactamente 5 veces superiores al zumo natural (1.179 g/100g).

Igual que ocurre con las cenizas, los valores de alcalinidad de las mismas son inferiores a los del zumo natural en todos los zumos comerciales, excepto en la muestra Z4.

Los néctares muestran el mismo comportamiento variable encontrándose valores entre 0.075 g K_2CO_3 /100mL del néctar NC2 y 0.158 g K_2CO_3 /100mL del néctar NL3 (Tabla 95). En la Gráfica 33 se puede ver de forma comparativa los valores medios de la alcalinidad de las cenizas de las muestras analizadas.

En cuanto a los elementos minerales, tanto la piña natural como su zumo presentan niveles muy similares de todos los elementos analizados, excepto en el caso de los microelementos Zn y Cu que se encuentran en niveles inferiores en el zumo natural.

El potasio, como elemento característico de las frutas, aparece tanto en la piña fresca como en el zumo natural a los niveles más elevados, seguido de las parejas de elementos Ca - Mg y Na - P con niveles semejantes entre sí; dentro del grupo de los microelementos el Fe y el Mn presentan los niveles superiores como mencionan GARCIA CASTRO y col., 1990; NAVARRO, 1980.

La relación comentada anteriormente del concentrado respecto al zumo natural (niveles 5 veces superiores), se cumple en el caso del K, Mg, P y Cu, siendo inferior para el Ca y Mn, y superior para el Fe, Zn y Na especialmente; este aumento del contenido en sodio podría deberse a la adición de sales sódicas como conservantes.

Según ROYO IRANZO, (1974), la adición de sustancias extrañas puede provocar una disminución del contenido en cenizas, aumentando el Na y disminuyendo el K y el P.

Los macroelementos de los zumos comerciales muestran una relación con el zumo natural muy variable al considerarlo como referencia.

El Na presenta un amplio rango de variación, entre 1.518 mg/100mL del zumo Z2 (Tabla 100) y 9.659 mg/100mL del zumo Z3 (Tabla 101). El potasio en los zumos, continúa siendo el elemento mayoritario, variando entre 40.225 y 101.157 mg/100mL, (Tablas 100 y 99) valores inferiores al zumo natural, excepto en la muestra Z4 (131.927 mg/100mL, Tabla 102).

Los niveles de Ca de los zumos comerciales (14.153 - 18.539 mg/100mL) son superiores a los encontrados en el zumo natural, Excepto en la muestra Z2 en que es ligeramente inferior, 9.642 mg/100mL, Tabla 103. En cuanto al Mg todos los zumos muestran niveles semejantes, excepto, nuevamente, el zumo Z2 en que es inferior, 6.955 mg/100mL, Tabla 110.

El P también presenta contenidos medios variables; el zumo Z3 con el mínimo de 1.871 mg/100mL (Tabla 101), el zumo natural con valores intermedios de 3.161 mg/100mL (Tabla 97) y el máximo se ha encontrado en el Z1 con 4.006 mg/100mL (Tabla 99).

Gráficamente (Gráfica 34) se comprueba que la muestra Z2 presenta los niveles inferiores de macroelementos, excepto para el potasio, y para todos ellos valores menores que los del zumo natural; los resultados más elevados son los de la muestra Z4; esta muestra presentaba los niveles más elevados de cenizas y alcalinidad comentados anteriormente.

Los microelementos de los zumos comerciales muestran un comportamiento muy diferente al del zumo natural, destacando la gran diferencia, en exceso, del contenido medio en Mn de los zumos, entre 0.661 y 1.255 mg/100mL, siendo el del zumo natural (0.295 mg/100mL). (Tabla 103).

Los niveles de Cu, Fe y Zn son también muy variables, encontrándose para el Cu entre 0.028 - 0.062 mg/100mL; para el Fe de 0.120 - 0.325 mg/100mL, para el Zn 0.042 - 0.106 mg/100mL. (Tabla 103).

En la Gráfica 35 se observa que la muestra Z2, al igual que en el caso de los macroelementos, presenta los niveles inferiores de los microelementos analizados, excepto para el Mn.

La muestra Z0 contienen Cu, Fe, Mn y Zn en cantidades similares o superiores al zumo natural, no obstante el valor máximo de Fe se encontró en la muestra Z4.

En cuanto a los néctares, en su conjunto, los niveles de Na son también muy variables y superiores en la mayoría de los casos a los del zumo natural, especialmente en la muestra NL 2 con 32.038 mg/100mL (Tabla 106), siendo únicamente inferiores en las muestras NL1 y NL5.

Si consideramos ahora el potasio, como elemento mayoritario en estos productos, y tenemos en cuenta que los néctares, por definición deben contener, como mínimo, un 40% de zumo, los valores de este elemento deberían ser iguales o superiores a 49.650 mg/100mL, si hacemos el cálculo a partir del valor medio 124.134 mg/100mL encontrado en el zumo natural (Tabla 97); si nos referimos ahora al valor medio de K de los zumos comerciales (70.994 mg/100mL) y una vez calculado el 40%, que es de 28.397, podemos deducir que respecto al primer valor, ningún néctar cumple este porcentaje; respecto al segundo valor todos lo cumplen, excepto los néctares de la marca 2 (tanto en envase de vidrio como de metal).

A pesar de que NC2 y NL2 no cumplen esta relación, respecto a los valores medios de ZN y la media de todos los zumos comerciales, si consideramos solo la marca 2 y hacemos este cálculo respecto al 40% del Z2, sí se cumple el porcentaje, lo cual haría suponer que el concentrado de partida utilizado por esta marca comercial contenga poco potasio.

Los niveles de Ca de los néctares se encuentran entre 5.403 y 14.750 mg/100mL, respecto al Mg y P los datos son sensiblemente inferiores a

los del zumo natural; el Mg entre 4.251- 10.752 mg/100mL y el P entre 0.535 - 1.858 mg /100 mL,(Tabla 112).

Todos los néctares varían considerablemente en cuanto a los microelementos, encontrándose rangos entre 0.091 NC2 (Tabla 105) y 0.512 NL1 (Tabla 104) para el Fe y 0.091 de NL2 (Tabla 106) y 0.848 Tabla 107, para el manganeso.

Al hacer una comparación entre los néctares de la misma marca comercial envasados en vidrio y metal, vemos cómo se comportan de forma diferente las marcas 2 y 3 respecto a la 5.

En las marcas 2 y 3 se observa un contenido superior de Na y Fe en los envases de metal; similar de K, Ca, Mg y Zn, e inferior de P y Mn. El Cu aparece en cantidades similares en NL3 y NC3, mientras que en la marca 2, NC2 contienen aproximadamente el doble que NL2.

La marca comercial 5 presenta valores similares para cada elemento en los productos envasados en cristal y en lata, siendo su contenido mineral inferior al del zumo natural excepto en el caso del Mn para el que es similar.

De igual forma que en los zumos comerciales, para los néctares se ha realizado la representación Gráfica mediante diagrama de barras de los valores medios de cada marca para los macroelementos y microelementos en las Gráficas 36 y 37 respectivamente.

En la Gráfica 36 se observa gran diferencia de todos los macroelementos, destacando los elevados contenidos de Na en NL2 que supera incluso los de potasio. Lo que os hace supener la adición de sales sódicas.

La Gráfica 37 muestra que el Fe y Mn se encuentran en niveles muy variables; los niveles superiores de Mn corresponden a las muestras NC3,

NL3 y NC4 y los de Fe a NL1 y algo menores en NC4.

4.3.1.7.1.- Comparación con datos bibliográficos.

En el Cuadro 11 se muestran los valores indicados por los distintos autores para el contenido mineral de piña fresca, que se comparan con nuestros resultados. No se han encontrado referencias relativas a los derivados de piña.

Las grandes diferencias de los datos citados en el Cuadro 11 para la piña pueden ser debidas, una vez más , a la distinta procedencia de las frutas y especialmente a las condiciones de cultivo. (ROYO IRANZO, 1974).

Respecto a los niveles máximos de residuos metálicos indicados por la Legislación correspondiente, todas las muestras de este estudio están muy por debajo de los límites permitidos.

**Cuadro 11.- CONTENIDO MINERAL DE LA PIÑA FRESCA SEGUN
DIFERENTES AUTORES. (mg/100g)**

Macroelementos

	<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>
ADRIAN y FRANGUE, 1990			15.000		10.000
DULL, 1971	14.000	11.00 - 330.00	7.000 - 160.00	11.000	6.000 - 21.000
FAO, 1990			20.000		
KERMARSHA y col., 1987	1.000	113.000	7.000	14.000	7.000
WOODROOF y LUH, 1987					
(*)	2.062	134.101	11.960	14.156	3.836

Microelementos

	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
ADRIAN y FRANGUE, 1990		0.500		
DULL, 1971		0.300	0.030	
FAO, 1990		0.500		
KERMARSHA y col., 1987	0.110	0.370	1.649	0.080
WOODROOF y LUH, 1987	0.110	0.370	1.650	0.080
(*)	0.097	0.337	0.237	0.112

Cenizas

ADRIAN y FRANGUE, 1990	0.500
DULL, 1971	0.300 - 0.420
SOUCE y col., 1986	0.390
WOODROOF y LUH, 1987	0.290
(*)	0.394

(*) : resultados obtenidos en este trabajo.

4.3.1.7.2.- Influencia del lote. Análisis de la varianza:

De la aplicación de la Tabla de ADEVA, cuyos resultados se muestran en la Tabla 113, se deduce que la mayoría de las muestras analizadas muestran variación significativa del contenido en cenizas totales debida al lote considerado; excepto las muestras de concentrado, el zumo Z2 (a un nivel de confianza del 97.5%) y los néctares NC3, NC4, NC5 y NL5.

Respecto a los distintos elementos minerales en las distintas muestras se confirma su comportamiento muy variable.

Los distintos lotes de piña fresca muestran variación estadísticamente significativa en la mayoría de elementos analizados, excepto el Na y P; el Fe sufre variación significativa pero menor. Este mismo comportamiento puede verse en el zumo natural obtenido a partir de la piña fresca.

El concentrado muestra variación significativa de los contenidos de Ca, P , Fe y Zn en los lotes considerados; ésto puede ser debido a la distinta procedencia de la fruta de partida y a una posible influencia del proceso de elaboración.

Los lotes de los zumos comerciales presentan un comportamiento muy constante (no variación) respecto al contenido en Na, variando significativamente sólo en el zumo Z1.

El K y Cu se comportan de forma muy similar, variando significativamente en los zumos Z1 y Z4.

Las muestras Z2 y Z4 son las únicas que presentan variación

significativa respecto al Mg y las muestras Z1 y Z3 respecto al P.

El contenido en Fe de los distintos lotes de las muestras Z3 y Z4 sufre variación significativa, la ligera variación del contenido en Fe de la muestra Z1 puede considerarse estadísticamente no significativa a un nivel de confianza del 97.5%.

Las mayores variaciones se encuentran en los niveles de Mn; este elemento varía significativamente en los distintos lotes de todos los zumos comerciales considerados excepto en la muestra Z2.

El Zn es el elemento más constante en los diferentes lotes analizados de los zumos comerciales, no sufriendo variación significativa en ninguno de ellos.

En general se podría considerar a la muestra Z2 como aquella que presenta un contenido mineral más constante. (Solo varía para el Mg).

Los distintos lotes de los néctares muestran un comportamiento muy variable respecto a los elementos minerales considerados.

Las muestras NL1 y NC4 son las más constantes en su composición mineral variando significativamente solo el contenido en Fe de la muestra NL1.

El K, P, Zn y Cu son los elementos más constantes , variando únicamente el Zn en NL5 y Cu en NC3.

Por el contrario, la mayoría de los néctares muestran variación significativa de sus contenidos en Na (excepto las muestras NL1, NC2 y NC4); Ca (excepto las muestra NL1 y NC4); Mg (excepto las muestras NL1, NC4, NC5 y NL5) y Mn (excepto las muestras NL1, NC2 y NC4).

Tabla 113.- Influencia del lote en el contenido mineral.

Análisis de la varianza.

	<u>Cenizas</u>		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>				
P	F4, 10=	35.512	F4, 19=	1.744	F4, 19=	268.777	F4, 19=	556.492	F4, 19=	116.049
ZN	F4, 8=	70.373	F4, 19=	3.199	F4, 17=	278.152	F4, 19=	5.577	F4, 19=	433.376
CC	F1, 4=	5.144	F1, 4=	4.493	F1, 4=	4.410	F1, 3=	62.114	F1, 3=	5.459
Z1	F2, 6=	27.805	F2, 4=	66.279	F2, 4=	232.034	F2, 5=	140.247	F2, 7=	1.907
Z2	F2, 6=	6.843	F2, 4=	9.091	F2, 5=	4.529	F2, 5=	2.048	F2, 5=	12.419
Z3	F2, 6=	20.344	F2, 6=	3.210	F2, 6=	3.515	F2, 6=	6.852	F2, 6=	4.230
Z4	F2, 4=	55.760	F2, 6=	4.775	F2, 5=	66.159	F2, 7=	6.735	F2, 7=	4.300
NL1	F2, 6=	31.349	F2, 5=	2.225	F2, 6=	0.425	F2, 6=	2.177	F2, 6=	2.027
NC2	F2, 6=	10.947	F2, 5=	0.614	F2, 6=	0.231	F2, 6=	470.108	F2, 5=	11.578
NL2	F2, 6=	391.143	F2, 6=	292.464	F2, 6=	1.066	F2, 6=	1087.71	F2, 6=	887.571
NC3	F2, 4=	6.331	F2, 4=	28.060	F2, 4=	4.594	F2, 4=	19.360	F2, 5=	14.913
NL3	F2, 7=	42.187	F2, 4=	70.539	F2, 4=	0.548	F2, 5=	34.586	F2, 5=	19.130
NC4	F2, 5=	1.623	F2, 6=	0.110	F2, 6=	6.488	F2, 5=	1.803	F2, 6=	0.105
NC5	F2, 3=	2.267	F2, 5=	8.613	F2, 4=	5.989	F2, 3=	468.249	F2, 4=	2.557
NL5	F2, 3=	3.923	F2, 3=	32.140	F2, 4=	1.221	F2, 5=	19.261	F2, 3=	2.481

	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
P	F4, 5= 0.414	F4, 19= 9.369	F4, 21= 9.490	F4, 19= 76.300	F4, 19= 48.755
ZN	F4, 5= 2.389	F4, 21= 89.346	F4, 21= 0.774	F4, 21= 3.502	F4, 17= 12.462
CC	F1, 2= 51.312	F1, 4= 0.028	F1, 4= 266.722	F1, 4= 0.600	F1, 4= 139.540
Z1	F2, 4= 21.879	F2, 7= 15.855	F2, 7= 6.007	F2, 7= 5220.28	F2, 3= 7.452
Z2	F2, 3= 2.023	F2, 6= 5.396	F2, 5= 0.441	F2, 3= 0.961	F2, 6= 2.906
Z3	F2, 3= 10.712	F2, 6= 0.243	F2, 6= 49.913	F2, 6= 132.861	F2, 5= 1.770
Z4	F2, 3= 6.054	F2, 5= 10.010	F2, 5= 1221.79	F2, 6= 163.840	F2, 5= 1.601
NL1	F2, 3= 6.933	F2, 6= 3.727	F2, 6= 56.927	F2, 6= 1.049	F2, 5= 1.310
NC2	F2, 3= 1.265	F2, 5= 0.806	F2, 4= 0.350	F2, 3= 2.083	F2, 6= 1.076
NL2	F2, 3= 0.827	F2, 5= 0.615	F2, 6= 7.293	F2, 6= 47.678	F2, 4= 2.628
NC3	F2, 3= 4.009	F2, 5= 77.963	F2, 5= 96.825	F2, 5= 204.730	F2, 4= 1.905
NL3	F2, 3= 1.048	F2, 5= 0.491	F2, 4= 217.160	F2, 5= 105.381	F2, 3= 7.470
NC4	F2, 3= 2.086	F2, 6= 0.556	F2, 6= 3.780	F2, 6= 0.269	F2, 6= 0.115
NC5	F2, 3= 11.219	F2, 5= 2.859	F2, 3= 10.229	F2, 4= 114.730	F2, 2= 1.277
NL5	F2, 3= 6.121	F2, 5= 2.278	F2, 3= 86.832	F2, 4= 26.878	F2, 3= 29.357

4.3.1.7.3.— Influencia del tipo de envase. Análisis de la varianza.

Los distintos materiales utilizados en el procesado y los constituyentes de los envases que contienen a los néctares, debido al carácter ácido de los mismos, podrían ceder metales, alterando la composición química del producto.

Por ello se ha considerado de interés evaluar la posible influencia del tipo de envase en la composición mineral de los néctares que se presenten en el mercado en distinto tipo de envase (vidrio y metálico), como es el caso de las marcas comerciales 2, 3 y 5.

Los estadísticos F de Fisher, obtenidos de la aplicación de la Tabla de ADEVA con dos factores, a los resultados experimentales, relativos al contenido en cenizas, alcalinidad y elementos minerales de las muestras analizadas se recogen en la Tabla 114.

De su comparación con los F críticos correspondientes (Tabla 14) se deduce que, si bien los contenidos en cenizas totales son más elevados en los productos con envase metálico de las marcas 2 y 3, respecto a los de envase de vidrio, esta diferencia es estadísticamente significativa sólo en la marca 2.

De igual manera los resultados experimentales relativos a la alcalinidad de las cenizas son más elevados en los néctares con envase metálico, pero el análisis estadístico aplicado demuestra que estas diferencias no son significativas.

Para realizar una evaluación más profunda del contenido mineral de estas muestras, se ha aplicado este estudio estadístico a los resultados

correspondientes a los distintos elementos minerales determinados en los néctares de las citadas marcas comerciales 2, 3 y 5.

Las marcas 2 y 3 presentan un comportamiento muy similar, encontrándose niveles superiores de Na y Fe, y menores de P y Mn, en los néctares envasados en metal que los envasados en vidrio; el K, Ca, Mg y Zn aparecen en niveles parecidos en ambos productos, siendo el comportamiento del Cu muy variable.

Estas diferencias pueden considerarse significativas únicamente para el P y Fe de la marca 2 y P y Mn de la marca 3.

La marca comercial 5, al igual que en la evaluación de parámetros anteriormente comentados, muestra un comportamiento diferente a las marcas 2 y 3. Los contenidos de Ca, y Fe son más elevados, y los de Na y Zn menores en el producto envasado en metal que en el envasado en vidrio, si bien la aplicación de este estudio estadístico demuestra que estas diferencias no pueden considerarse estadísticamente significativas. Por tanto esta marca comercial destaca por su comportamiento regular encuaneto a su contenido mineral demostrando una influencia nula del tipo de envasado.

Tabla 114.- Influencia del envase en el coontenido mineral.

<u>Análisis de la Varianza</u>								
		<u>Cenizas</u>	<u>Alcalinidad</u>	<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>
<u>Marcas Comerciales</u>								
2	f1,2=	29.292	10.017	10.525	0.073	0.276	1.577	200.198
3	f1,2=	13.994	17.085	7.389	0.178	9.043	3.303	152.631
5	f1,2=	0.139	4.699	1.947	0.786	20.340	1.264	7.423
		<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>			
<u>Marcas Comerciales</u>								
2	f1,2=	16.892	285.884	19.033	5.894			
3	f1,2=	0.039	2.576	616.217	0.352			
5	f1,2=	0.051	0.550	0.082	11.433			

4.3.1.7.4.- Análisis de correlaciones.

Dado el variable comportamiento observado en la composición mineral de los zumos comerciales y néctares analizados, para evaluar las posibles relaciones entre los distintos parámetros determinados se ha realizado el análisis de correlaciones.

Los resultados obtenidos de su aplicación a los zumos se recogen en la Tabla 115, donde se observa que tanto el contenido en cenizas totales como su alcalinidad están muy correlacionados con los niveles de K, Fe y Mg, pudiendo considerarse estos elementos como característicos de este tipo de derivados. El K, además, presenta correlación significativa con el Mg y Fe.

Se observan también correlaciones significativas entre las siguientes parejas de elementos: Mg / Fe, P / Cu y Cu / Zn; estos últimos tienen gran importancia al catalizar numerosas reacciones de degradación, especialmente de la vitamina C. (HOLDSWORTH, 1988; LaFUENTE, 1984).

En cuanto a los néctares, como ya indicamos anteriormente, las variaciones eran mucho mayores; como se observa en la Tabla 116 el contenido en cenizas sólo muestra correlación estadísticamente significativa con el Fe; entre los distintos elementos considerados únicamente se han encontrado correlaciones significativas del Cu con el Na y K y del Mg con el Ca y Mn.

Tabla 115. - Matriz de correlaciones del contenido mineral de los Zumos
comerciales de piña.

	Cenizas	Alcalin.	Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
Cenizas	1.0000 (5) 0.0000										
Alcalin.	0.9685 (5) 0.0067	1.0000 (5) 0.0000									
Na	0.4149 (5) 0.4874	0.5444 (5) 0.3428	1.0000 (5) 0.0000								
K	0.9958 (5) 0.0003	0.9564 (5) 0.0109	0.3919 (5) 0.5141	1.0000 (5) 0.0000							
Ca	0.8605 (5) 0.0612	0.7562 (5) 0.1391	0.4435 (5) 0.4545	0.8787 (5) 0.0498	1.0000 (5) 0.0000						
Mg	0.9373 (5) 0.187	0.9674 (5) 0.0070	0.5547 (5) 0.3318	0.9471 (5) 0.0145	0.7867 (5) 0.1144	1.0000 (5) 0.0000					
P	0.7873 (5) 0.1139	0.6207 (5) 0.2639	- 0.1295 (5) 0.8355	0.7902 (5) 0.1116	0.7622 (5) 0.1341	0.5572 (5) 0.3292	1.0000 (5) 0.0000				
Cu	0.7568 (5) 0.1386	0.5839 (5) 0.3012	- 0.1548 (5) 0.8037	0.7901 (5) 0.1117	0.8002 (5) 0.1039	0.6073 (5) 0.2774	0.9408 (5) 0.0171	1.0000 (5) 0.0000			
Fe	0.8964 (5) 0.0394	0.9670 (5) 0.0072	0.5075 (5) 0.3828	0.8932 (5) 0.0412	0.6231 (5) 0.2615	0.9670 (5) 0.0071	0.4815 (5) 0.4116	0.4926 (5) 0.991	1.0000 (5) 0.0000		
Mn	0.2732 (5) 0.6565	0.4126 (5) 0.4899	0.4216 (5) 0.4796	0.3183 (5) 0.6017	0.1520 (5) 0.8072	0.5852 (5) 0.2999	- 0.2267 (5) 0.7138	0.0054 (5) 0.9932	0.5988 (5) 0.2859	1.0000 (5) 0.0000	
Zn	0.5985 (5) 0.2863	0.4341 (5) 0.4652	- 0.2318 (5) 0.7076	0.6593 (5) 0.2261	0.6987 (5) 0.1893	0.5397 (5) 0.3479	0.7669 (5) 0.1303	0.9376 (5) 0.0185	0.4064 (5) 0.4971	0.2089 (5) 0.7360	1.0000 (5) 0.0000

Tabla 116.- Matriz de correlaciones del contenido mineral de los Néctares

de piña.

	Cenizas	Alcalin.	Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn
Cenizas	1.0000 (8) 0.0000										
Alcalin.	0.6019 (8) 0.1144	1.0000 (8) 0.0000									
Na	0.4679 (8) 0.2424	0.5286 (8) 0.1780	1.0000 (8) 0.0000								
K	0.4228 (8) 0.2966	0.1024 (8) 0.8094	- 0.4994 (8) 0.2077	1.0000 (8) 0.0000							
Ca	0.5160 (8) 0.1905	- 0.0138 (8) 0.9742	0.1221 (8) 0.7734	0.0658 (8) 0.8770	1.0000 (8) 0.0000						
Mg	0.5769 (8) 0.1344	- 0.724 (8) 0.8647	- 0.480 (8) 0.9101	0.4006 (8) 0.3254	0.9154 (8) 0.0014	1.0000 (8) 0.0000					
P	- 0.3844 (8) 0.3472	- 0.6152 (8) 0.1045	- 0.3888 (8) 0.3411	0.2636 (8) 0.5282	- 0.2618 (8) 0.5310	- 0.0348 (8) 0.9347	1.0000 (8) 0.0000				
Cu	- 0.1844 (8) 0.6619	- 0.3055 (8) 0.4619	- 0.8959 (8) 0.0026	0.7395 (8) 0.0360	0.0395 (8) 0.9260	0.3023 (8) 0.4668	0.4245 (8) 0.2945	1.0000 (8) 0.0000			
Fe	0.7265 (8) 0.0412	0.4433 (8) 0.2713	0.3222 (8) 0.4363	0.2873 (8) 0.4902	0.1123 (8) 0.7912	0.1796 (8) 0.6703	- 0.3553 (8) 0.3877	- 0.2327 (8) 0.5791	1.0000 (8) 0.0000		
Mn	0.3453 (8) 0.4022	- 0.3569 (8) 0.3854	- 0.2401 (8) 0.5668	0.5530 (8) 0.1552	0.5631 (8) 0.1461	0.7788 (8) 0.228	0.5686 (8) 0.1414	0.4736 (8) 0.2359	0.0868 (8) 0.8380	1.0000 (8) 0.0000	
Zn	- 0.3414 (8) 0.4079	- 0.2173 (8) 0.6053	- 0.5777 (8) 0.1337	0.5072 (8) 0.1995	- 0.4389 (8) 0.2766	- 0.1820 (8) 0.6662	0.3702 (8) 0.3666	0.6157 (8) 0.1042	- 0.4737 (8) 0.2357	0.0025 (8) 0.9953	1.0000 (8) 0.0000

4.3.2.- EVALUACION OBJETIVA DE CARACTERES ORGANOLEPTICOS.

4.3.2.1.- Indice de madurez.

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 117: que refleja el índice de madurez de la piña fresca, zumo natural y concentrado; Tabla 118: índice de madurez de zumos comerciales y Tabla 119: índice de madurez de los néctares.

Los valores medios del índice de madurez de las muestras analizadas se han representado en la Gráfica 38.

Tabla 117: Índice de madurez (°Brix/acidez titulable) de Piña fresca,
Zumo natural de piña y concentrado de zumo de piña.

		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>L4</u>	<u>L5</u>	-- <u>Total</u> --
<u>Muestras</u>							
P	X	14.087	15.656	9.881	15.376	10.790	13.158
	DE	0.515	1.367	0.128	0.146	0.046	2.558
	CV						0.184
ZN	X	15.837	9.552	13.886	11.117	16.695	13.418
	DE	0.094	0.853	0.061	0.063	0.489	2.888
	CV						0.204
CC	X	16.970	13.932	-	-	-	15.451
	DE	0.421	0.300				1.779
	CV						0.100

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 118: Índice de madurez (°Brix/acidez titulable) de Zumos comerciales de piña.

		<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>					
Z 1					
	X	22.390	17.840	21.609	20.613
	DE	0.090	0.039	0.867	2.210
	CV				0.098
Z 2					
	X	17.136	17.129	16.655	16.973
	DE	0.215	0.351	0.117	0.312
	CV				0.017
Z 3					
	X	26.108	24.282	25.220	25.203
	DE	0.767	0.256	0.235	0.899
	CV				0.032
Z 4					
	X	21.207	20.880	20.804	20.964
	DE	0.312	0.317	0.313	0.310
	CV				0.013

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 119: Índice de madurez (°Brix/acidez titulable) de Néctares de piña.

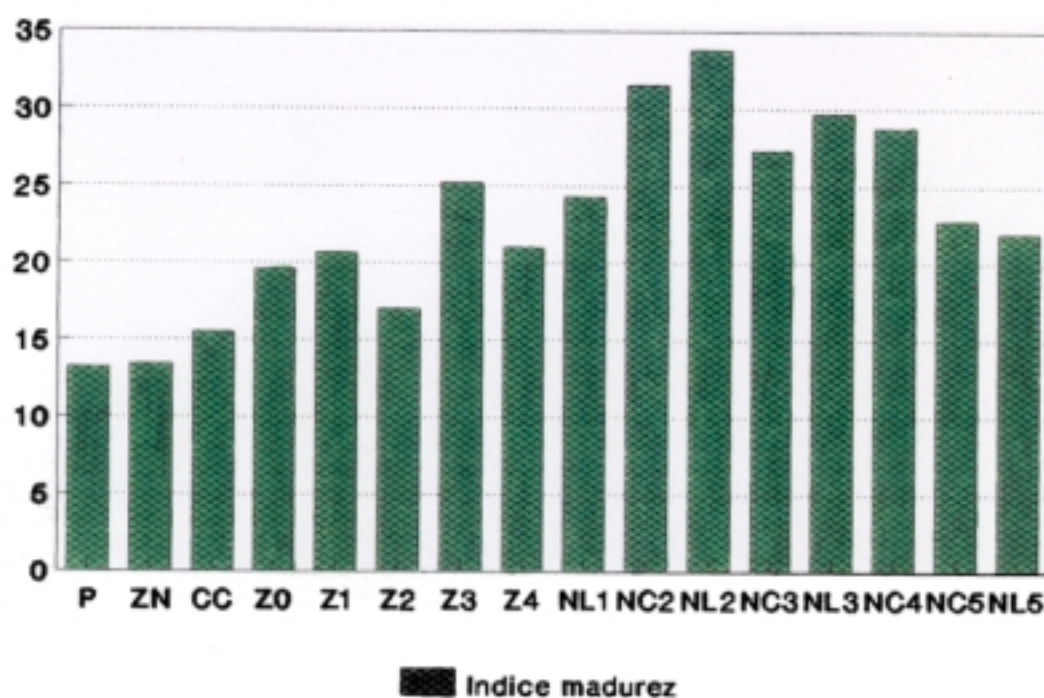
	<u>L1</u>	<u>L2</u>	<u>L3</u>	<u>-- Total --</u>
<u>Muestras</u>				
NL 1				
X	23.846	24.364	24.632	24.281
DE	0.104	0.027	0.353	0.393
CV				0.015
NC 2				
X	32.501	31.490	30.620	31.537
DE	0.344	0.384	0.158	0.876
CV				0.025
NL 2				
X	34.017	36.094	31.365	33.825
DE	0.000	0.537	0.427	2.142
CV				0.058
NC 3				
X	28.063	26.427	27.324	27.271
DE	0.860	0.000	0.295	0.838
CV				0.028
NL 3				
X	30.698	27.390	31.156	29.748
DE	0.666	1.389	0.000	1.963
CV				0.060
NC 4				
X	27.882	27.515	30.737	28.712
DE	1.174	0.222	2.009	1.892
CV				0.060
NC 5				
X	22.820	22.651	22.912	22.795
DE	0.872	0.866	0.195	0.569
CV				0.023
NL 5				
X	23.153	20.331	22.317	21.934
DE	0.370	0.159	0.365	1.319
CV				0.055

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Gráfica 38.- Valores medios totales del índice de madurez en las muestras analizadas.



Se puede considerar el índice de madurez como una medida objetiva del sabor de las frutas y derivados, ya que refleja el balance dulzor / acidez. (NORONHA DA SILVEIRA y col., 1981; PEARSON, 1986; SINGLETON y GORTNER, 1965).

Este índice se obtiene al dividir el valor correspondiente a los ° Brix entre la acidez titulable correspondiente, expresada en g de ácido cítrico.

Como ya comentamos en la parte general, este índice es muy utilizado, también, como forma de clasificación de frutas y derivados, denominándose a nivel comercial e industrial "ratio".

La piña fresca y su zumo natural presentan valores muy similares: 13.158 y 13.418 respectivamente, (Tabla 117), destacando los elevados coeficientes de variación.

Los resultados correspondientes a las muestras de concentrado se recogen la misma Tabla anterior, observándose niveles algo superiores a los del zumo natural; al igual que para la piña fresca y su zumo se han obtenido elevados coeficientes de variación, debidos fundamentalmente a la distinta procedencia de las muestras y frutas de partida.

Si consideramos que el índice de madurez es una relación, habría que estudiar cual de los parámetros implicados repercute en mayor proporción. Cabe pensar que una adición de azúcares incrementaría el numerador o que una menor acidez relativa del concentrado disminuiría el denominador; ambos hechos darían lugar a una variación del índice de madurez, lo que podría significar una alteración de los caracteres organolépticos del zumo o néctar. Además hay que señalar que en la

acidez del concentrado están implicados tanto los ácidos orgánicos como la alcalinidad de las cenizas, una elevada cifra de esta última daría lugar a una neutralización de la acidez originando cambios en los caracteres organolépticos como indica, SIZER y col.,(1988).

En nuestro caso, parece que los valores más elevados de Na, que afectan a la alcalinidad de las cenizas, son los que repercuten en mayor medida en la variación del índice de madurez.

Todos los zumos comerciales , (Tabla 118), presentan valores de índice de madurez muy superiores a los del zumo natural; en este caso dado que los °Brix de estos zumos eran muy similares a los del zumo natural (Tabla 22), y la acidez mucho menor (Tabla 43), la diferencia en el índice es debida por tanto a la menor acidez de los zumos comerciales.

Respecto a los néctares, los valores de este índice son más variables, entre 21.934 de la muestra NL5 y 33.825 del néctar NL2 (Tabla 119), todos ellos superiores a los de los zumos comerciales, y por tanto muy superiores al zumo natural. Los distintos néctares presentaban valores de °Brix superiores al zumo natural y acidez menor; además hay que recordar que la mayoría de los néctares indicaban contener azúcares añadidos, con lo que se confirma que la relación que expresa el índice de madurez sea mayor.

Para poder comparar Gráficamente los distintos valores del índice de madurez de todas las muestras analizadas se ha realizado la representación de sus valores medios mediante diagrama de barras como se muestra en la Gráfica 38.

En general, podemos asegurar que los néctares son los productos que presentan sabor dulce más acusado, en particular los néctares de la marca 2, seguidos de los zumos comerciales, especialmente la muestra Z3, y por último con sabor más ácido podríamos considerar la piña fresca y

el zumo natural.

ROYO IRANZO,(1974); SANMARTIN y col.,(1989); SCHATZKI y VANMDERCOOK, (1978); WILDMAN y LUH, (1981), indican que los °Brix y la acidez son útiles como parámetros orientativos del índice de madurez y calidad del zumo pero su gran facilidad de variación por la adición de ácidos y/o azúcares no permite su utilización como índice de adulteración.

4.3.2.1.1.- Comparación con datos bibliográficos.

Las normas internacionales de la FDA y USDA sobre la calidad de zumos de piña grado A, (HART y FISHER, 1977), coinciden en establecer un valor mínimo de índice de madurez de 12. Este margen es ampliamente superado por nuestras muestras.

4.3.2.1.2.- Influencia del lote. Análisis de la varianza.

Dados los elevados coeficientes de variación obtenidos en algunas de las muestras analizadas, se ha realizado el análisis de la varianza mediante la aplicación de la Tabla de ADEVA con un factor (estadístico F de Fisher), para evaluar si estas variaciones eran significativas o no.

Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 120.

Tanto las muestras de piña fresca, como el zumo natural y el concentrado muestran variación significativa de este índice en los distintos lotes

analizados, lo que explica su variable comportamiento.

La variación significativa del índice de madurez en las muestras de concentrado es debida a su distinta procedencia y materia prima utilizada.

Respecto a los zumos comerciales, únicamente se ha encontrado variación significativa de este parámetro en la muestra Z1.

Los néctares presentan comportamiento más variable encontrándose variación significativa en las muestras NC2 , NL2 .

Tabla 120 Influencia del lote en el Índice de Madurez.

Análisis de la varianza.

Muestras

P	F2,3 =	32.608
ZN	F2,3 =	94.287
CC	F2,3 =	68.874
Z1	F2,3 =	46.647
Z2	F2,3 =	2.488
Z3	F2,3 =	7.057
Z4	F2,3 =	0.925
NL1	F2,3 =	7.040
NC2	F2,3 =	18.275
NL2	F2,3 =	71.540
NC3	F2,3 =	4.871
NL3	F2,3 =	10.674
NC4	F2,3 =	3.417
NC5	F2,3 =	6.767
NL5	F2,3 =	42.701

4.3.2.1.3.- Influencia del envase. Análisis de la varianza.

Los resultados de la aplicación de la Tabla de ADEVA, se recogen en la Tabla 138. De su comparación con la Tabla 14 se deduce que ninguna de las marcas comerciales consideradas 2,3 y 5 sufren variación significativa de este índice debida al distinto tipo de envasado aplicado a sus productos, luego podemos asegurar que en estas marcas los procesos de envasado no suponen una variación significativa del índice de madurez del producto final.

Tabla 121 - Influencia del envase en el Índice de Madurez.

Análisis de la varianza.

Marcas Comerciales

2	$F_{1,2} =$	32.608
3	$F_{1,2} =$	94.287
5	$F_{1,2} =$	68.874

4.3.2.2.— Medida objetiva del color.

Respecto a los parámetros relativos al color, se han determinado los índices cromáticos: L, a, b y a partir de ellos se han obtenido los valores de h, C y ΔE .

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 122: Relativa a la piña fresca, Tabla 123: Zumo natural; Tabla 124: Concentrado; Tablas 125 a 128: Referentes a los zumos comerciales y Tablas 130 a 130: Referentes a los néctares analizados.

Los valores totales medios tanto de zumos como de néctares se reflejan en las tablas 127 y 136 respectivamente.

Los valores totales medios quedan reflejados mediante diagrama de barras en la Gráfica 39: Correspondiente a la piña fresca, zumo natural, concentrado y zumos comerciales y Gráfica 40: Relativa a los néctares comerciales.

Tabla 122.- Parámetros relativos al color. Piña fresca: P

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>
<u>Nº lote</u>					
11	40.35	- 1.77	16.60	96.086	16.694
12	53.10	- 2.63	28.15	95.337	28.273
13	39.58	- 1.16	28.57	92.325	28.593
14	46.27	- 1.87	23.47	94.555	23.544
15	52.05	- 1.95	20.57	95.415	20.662
X	46.270	- 1.876	23.475	94.744	23.553
DE	6.322	0.524	5.087	1.457	5.076
CV	0.122	0.250	0.194	0.014	0.193

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 123.- Parámetros relativos al color. Zumo natural: ZN

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>
<u>Nº lote</u>					
L1	41.42	- 5.23	20.77	104.134	21.418
L2	42.27	- 1.80	18.41	95.584	18.498
L3	37.83	- 2.28	13.60	99.516	13.790
L4	39.58	- 2.15	16.51	97.419	16.649
L5	37.71	- 2.83	12.52	102.737	12.856
X	39.762	- 2.858	16.362	99.878	16.642
DE	2.062	1.377	3.392	3.567	3.490
CV	0.046	0.431	0.185	0.032	0.187

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 124.- Parámetros relativos al color. Concentrado: CC

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>
<u>Nº lote</u>					
L1	30.95	7.92	18.42	67.001	20.051
L2	32.64	4.78	19.44	76.186	20.019
X	31.795	6.350	18.930	71.594	20.035
DE	1.195	2.220	0.721	6.495	0.023
CV	0.026	0.247	0.027	0.064	0.001

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 125.- Parámetros relativos al color . Zumo comercial Z 1

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	40.85	- 6.41	16.09	123.938	7.630	12.107
L2	34.34	- 4.09	13.22	152.210	3.708	17.534
L3	37.71	- 4.17	15.71	123.637	8.539	11.197
X	37.633	- 4.890	15.007	133.262	15.803	4.211
DE	3.256	1.317	1.559	16.410	1.782	1.978
CV	0.071	0.220	0.085	0.100	0.092	0.383

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 126 .- Parámetros relativos al color . Zumo comercial Z 2

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	24.46	- 4.20	10.29	112.203	11.114	16.517
L2	24.17	- 4.13	9.96	112.535	10.782	16.903
L3	31.76	- 3.00	9.71	107.152	10.163	10.407
X	26.797	- 3.777	9.987	110.630	10.686	14.609
DE	4.301	0.673	0.291	3.017	0.483	3.644
CV	0.131	0.146	0.024	0.022	0.037	0.204

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 127. - Parámetros relativos al color . Zumo comercial Z 3.

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	33.44	- 0.84	9.89	94.854	9.925	9.269
L2	32.72	- 1.34	9.06	98.413	9.157	10.257
L3	34.16	- 1.51	10.53	96.707	10.638	8.198
X	33.440	- 1.230	9.827	96.658	9.907	9.241
DE	0.720	0.348	0.737	1.780	0.740	1.030
CV	0.017	0.231	0.061	0.015	0.061	0.091

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 128 .- Parámetros relativos al color . Zumo comercial Z 4.

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	38.72	- 3.66	16.70	102.361	17.096	1.372
L2	33.17	- 1.57	6.99	102.659	7.164	11.565
L3	42.56	- 1.62	14.86	96.221	14.948	3.408
X	38.150	- 2.283	12.850	100.414	13.069	5.448
DE	4.721	1.192	5.158	3.634	5.226	5.394
CV	0.101	0.426	0.328	0.029	0.326	0.808

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 129.- Comparación parámetros relativos al color encontrados en las muestras analizadas:

Piña fresca, Zumo natural de piña, Concentrado de zumo de piña y zumos comerciales de piña.

		<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>ΔE</u>
<u>Muestra</u>							
P	X	46.270	- 1.876	23.475	94.744	23.553	-
	DE	6.322	0.524	5.087	1.457	5.076	
	CV	0.122	0.250	0.194	0.014	0.193	
ZN	X	39.762	- 2.858	16.362	99.878	16.642	-
	DE	2.062	1.377	3.392	3.567	3.490	
	CV	0.046	0.431	0.185	0.032	0.187	
CC	X	31.795	6.350	18.930	71.594	20.035	-
	DE	1.195	2.220	0.721	6.495	0.023	
	CV	0.026	0.247	0.027	0.064	0.001	
Z 0	X	44.606	- 4.384	18.634	103.179	19.022	5.699
	DE	1.057	1.291	0.891	3.914	1.018	1.296
	CV	0.021	0.263	0.043	0.034	0.048	0.203
Z 1	X	37.633	- 4.890	15.007	133.262	15.803	4.211
	DE	3.256	1.317	1.559	16.410	1.782	1.978
	CV	0.071	0.220	0.085	0.100	0.092	0.383
Z 2	X	26.797	- 3.777	9.987	110.630	10.686	14.609
	DE	4.301	0.673	0.291	3.017	0.483	3.644
	CV	0.131	0.146	0.024	0.022	0.037	0.204
Z3	X	33.440	- 1.230	9.827	96.658	9.907	9.241
	DE	0.720	0.348	0.737	1.780	0.740	1.030
	CV	0.017	0.231	0.061	0.015	0.061	0.091
Z 4	X	38.150	- 2.283	12.850	100.414	13.069	5.448
	DE	4.721	1.192	5.158	3.634	5.226	5.394
	CV	0.101	0.426	0.328	0.029	0.326	0.808

X = valor medio

DE = desviación estándar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 130.- Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NL 1

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	33.13	- 4.26	6.33	123.219	7.630	12.107
L2	30.11	- 3.28	1.73	152.210	3.708	17.534
L3	33.74	- 4.73	7.11	123.637	8.539	11.197
X	32.367	- 4.090	5.057	133.262	6.626	13.613
DE	1.944	0.740	2.907	16.410	2.567	3.426
CV	0.049	0.148	0.469	0.100	0.316	0.205

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 131.- Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NC 2

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	33.05	- 2.75	4.20	123.219	5.019	13.892
L2	31.76	- 2.47	2.69	132.566	3.652	15.846
L3	30.47	- 2.19	1.18	151.675	2.488	17.812
X	31.760	- 2.470	2.690	135.818	3.720	15.850
DE	1.290	0.280	1.510	14.505	1.267	1.960
CV	0.033	0.092	0.458	0.087	0.278	0.101

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 132.- Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NL 2

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	30.66	- 1.47	1.78	129.548	2.309	17.245
L2	31.07	- 0.61	0.36	149.459	0.707	18.348
L3	28.69	- 0.39	0.81	115.709	0.900	19.249
X	30.140	- 0.500	0.983	131.572	1.305	18.281
DE	1.272	0.155	0.726	16.966	0.874	1.004
CV	0.034	0.220	0.602	0.105	0.547	0.045

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 133.- Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NC 3

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	30.79	- 0.27	6.18	92.498	6.193	13.805
L2	29.13	- 0.62	4.42	97.988	4.463	16.145
L3	31.13	- 0.18	7.82	91.318	7.822	12.436
X	30.352	- 0.357	6.142	93.945	6.159	14.129
DE	1.071	0.232	1.700	3.559	1.680	1.875
CV	0.034	0.532	0.226	0.031	0.223	0.108

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 134.- Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NL 3

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	ΔE
<u>Nº lote</u>						
L1	31.38	- 1.44	5.83	103.372	6.005	13.535
L2	29.29	- 0.56	1.85	106.843	1.931	18.043
L3	32.00	- 0.70	1.70	112.384	1.838	8.056
X	30.890	- 0.900	3.127	107.700	3.258	13.211
DE	1.420	0.473	2.342	4.320	2.379	5.001
CV	0.037	0.429	0.612	0.033	0.596	0.309

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 135.- Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NC 4

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	ΔE
<u>Nº lote</u>						
L1	27.52	- 0.55	7.98	93.942	7.999	15.614
L2	27.63	- 0.35	7.20	92.783	7.208	15.408
L3	26.74	- 1.40	6.00	103.133	6.161	16.705
X	27.297	- 0.767	7.060	96.619	7.123	15.909
DE	0.485	0.557	0.997	5.671	0.922	0.697
CV	0.014	0.594	0.115	0.048	0.106	0.036

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 136. - Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NC 5

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	35.19	- 2.35	4.12	119.702	4.742	13.078
L2	29.43	- 1.87	6.22	106.734	6.495	14.511
L3	27.93	- 2.84	5.40	117.746	6.101	16.129
X	30.850	- 2.347	5.247	114.728	5.779	14.573
DE	3.833	0.495	1.058	6.992	0.920	1.526
CV	0.101	0.172	0.165	0.050	0.130	0.085

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 137. - Parámetros relativos al color. Néctar de piña : NL 5

	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>Δ E</u>
<u>Nº lote</u>						
L1	30.33	- 3.03	9.56	107.586	10.028	11.630
L2	28.15	- 2.94	3.68	128.615	4.710	12.181
L3	28.70	- 3.15	6.45	116.025	7.178	14.856
X	29.060	- 3.040	6.563	117.409	7.305	12.889
DE	1.134	0.105	2.942	10.582	2.661	1.725
CV	0.032	0.028	0.366	0.073	0.297	0.109

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 138 .- Parámetros relativos al color. Comparación néctares de piña.

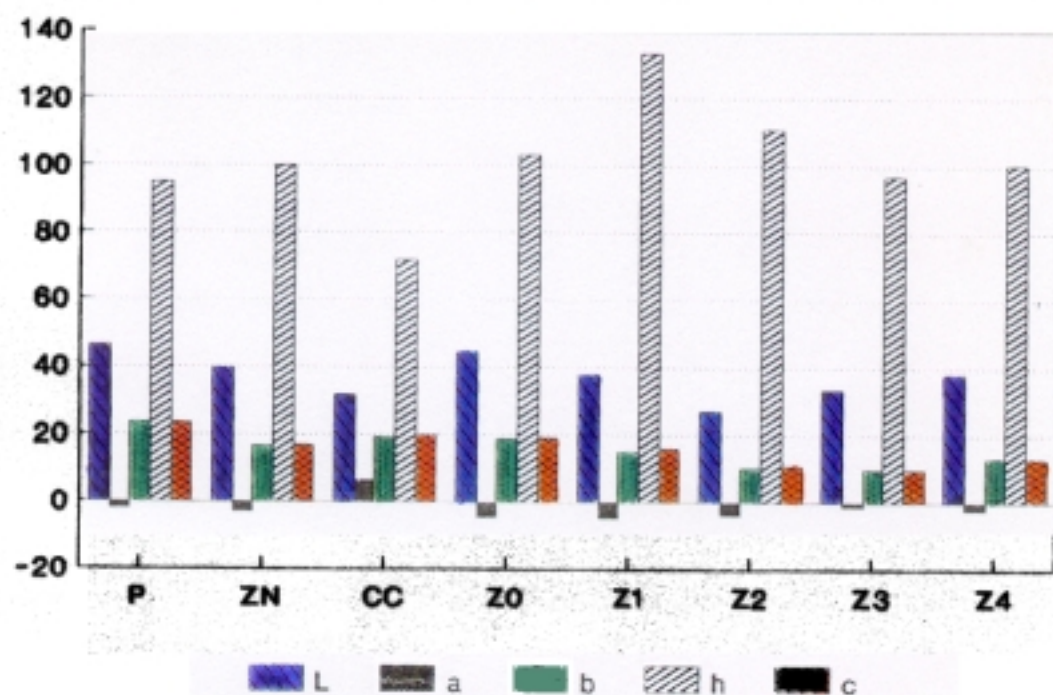
		<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	ΔE
<u>Muestras</u>							
NL 1							
	X	32.367	- 47.090	5.057	133.262	6.626	13.613
	DE	1.944	0.740	2.907	16.410	2.567	3.426
	CV	0.049	0.148	0.469	0.100	0.316	0.205
NC 2							
	X	31.760	- 2.470	2.690	135.818	3.720	15.850
	DE	1.290	0.280	1.510	14.505	1.267	1.960
	CV	0.033	0.092	0.458	0.087	0.278	0.101
NL 2							
	X	30.140	- 0.500	0.983	131.572	1.305	18.281
	DE	1.272	0.155	0.726	16.966	0.874	1.004
	CV	0.034	0.220	0.602	0.105	0.547	0.045
NC 3							
	X	30.352	- 0.357	6.142	93.945	6.159	14.129
	DE	1.071	0.232	1.700	3.559	1.680	1.875
	CV	0.034	0.532	0.226	0.031	0.223	0.108
NL 3							
	X	30.890	- 0.900	3.127	107.700	3.258	13.211
	DE	1.420	0.473	2.342	4.320	2.379	5.001
	CV	0.037	0.429	0.612	0.033	0.596	0.309
NC 4							
	X	27.297	- 0.767	7.060	96.619	7.123	15.909
	DE	0.485	0.557	0.997	5.671	0.922	0.697
	CV	0.014	0.594	0.115	0.048	0.106	0.036
NC 5							
	X	30.850	- 2.347	5.247	114.728	5.779	14.573
	DE	3.833	0.495	1.058	6.992	0.920	1.526
	CV	0.101	0.172	0.165	0.050	0.130	0.085
NL 5							
	X	29.060	- 3.040	6.563	117.409	7.305	12.889
	DE	1.134	0.105	2.942	10.582	2.661	1.725
	CV	0.032	0.028	0.366	0.073	0.297	0.109

X = valor medio

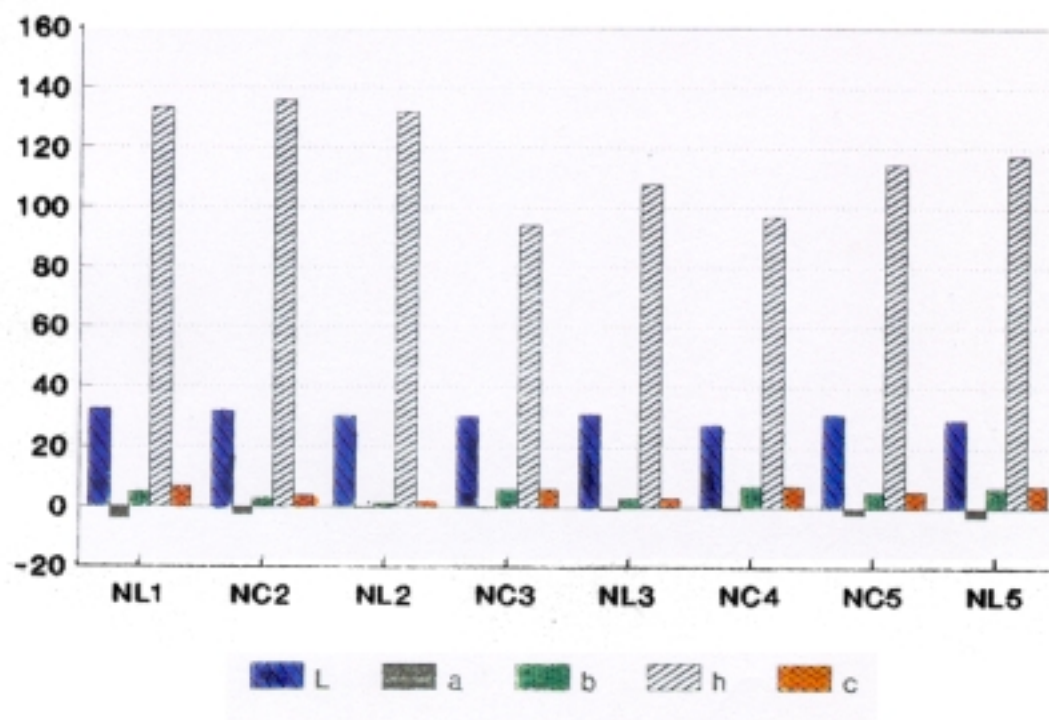
DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Gráfica 39.- Parámetros relativos al color de la Piña natural, Zumo natural de piña, concentrado y Zumos comerciales de piña.



Gráfica 40.- Parámetros relativos al color de Néctares de piña.



El color es un factor importante para evaluar la calidad de los derivados de frutas ya que generalmente va ligado a la maduración, presencia de impurezas, tratamiento tecnológico, condiciones de almacenamiento, posible alteración por microorganismos, etc.

El color de la muestras problema se ha determinado utilizando un colorímetro triestímulos, Hunter Lab, basado en la teoría de los colores opuestos.

De su aplicación se obtienen los índices comentados en la parte experimental de esta memoria:

- Índice fotométrico : L , que varia entre 0 (negro) y 100 (blanco)
- Índices cromáticos: a , entre $-a$ (verde) y $+a$ (rojo)
- b , entre $-b$ (azul) y $+b$ (amarillo)

Usando estos índices se han desarrollado ecuaciones que permiten calcular los valores de :

$$h = \text{arcotangente de } b / a$$

$$C = \text{índice de saturación } (a^2 + b^2)^{1/2}$$

$$\Delta E = [(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2]^{1/2}$$

Este último parámetro evalúa las variaciones de color de los derivados , concentrado, zumos y néctares, respecto al zumo natural; así L_1 , a_1 y b_1 , son los correspondientes valores medios del zumo natural.

Mediante la interpretación de todos estos parámetros se consigue una correcta caracterización objetiva del color de las muestras problema, si bien el consumidor será el último juez para evaluar si este es aceptable o no.

Los parámetros relativos al color de la piña fresca y el zumo natural se

recogen en las Tablas 122 y 123 respectivamente.

Los elevados coeficientes de variación obtenidos son debidos al distinto origen de las frutas y estado de madurez principalmente, ya que la maduración de las frutas va acompañada de un aumento en su intensidad de color.

El zumo natural presenta valores de L, a y b inferiores a la piña de origen; esto supone un ligero oscurecimiento, que se confirma con un aumento del parámetro h; mientras que el índice de saturación C es menor en el zumo que en la piña fresca.

Los resultados obtenidos, para estos parámetros de las muestras de concentrado se recogen en la Tabla 124. Comparando con los valores medios del zumo natural, las mayores diferencias se observan en el parámetro L, lo cual supone un ligero oscurecimiento del producto debido al proceso tecnológico y condiciones de almacenamiento. El parámetro a en esta muestra, tiene signo positivo, por tanto se acerca al color rojo alejándose del verde, y dando lugar a una coloración anaranjada más intensa ya que este producto está casi 5 veces más concentrado que el zumo natural; esta variación queda confirmada en el parámetro h que aumenta considerablemente.

Respecto a los zumos comerciales, se han obtenido valores del índice fotométrico L ligeramente inferiores al zumo natural, lo cual indica menor luminosidad, debido posiblemente a reacciones de pardeamiento durante el proceso de elaboración, excepto en la muestra Z0 que es ligeramente superior, 44.606 Tabla 6.

Las muestras Z0, Z1 y Z2, (Tablas 6, 125 y 126 respectivamente), presentan valores del índice cromático a inferiores al zumo natural, lo que indica una disminución del color anaranjado hacia verdoso, al contrario que las muestras Z3 y Z4, especialmente la Z3 que presenta los

valores de *a* más elevados.

En todos los zumos comerciales los valores de *b* son inferiores al zumo natural (16.362), lo cual implica una pérdida del color amarillo, excepto la muestra Z0, comentada anteriormente, en la que este color se intensifica; este mismo comportamiento se observa para el índice de saturación *C*.

Estas variaciones quedan reflejadas en el parámetro *h* que indica una pérdida del color amarillo del zumo natural y aumento del naranja.

Evalutando el comportamiento de los distintos zumos comerciales frente al zumo natural mediante el parámetro ΔE , los resultados deberían ser lo más bajos e iguales posibles, lo cual indicaría cambios mínimos.

Los resultados experimentales muestran valores similares para las muestras Z0, Z1 y Z4, y valores superiores en Z3 y especialmente en Z2; esto significa que en cuanto al color se refiere la muestra Z2 es la que presenta mayores diferencias con el zumo natural.

En la Tabla 129 se recogen los valores totales medios de estos parámetros en la piña fresca, zumo natural, concentrado y zumos comerciales.

Los elevados coeficientes de variación obtenidos podrían indicar variabilidad en las condiciones de fabricación de los distintos lotes, especialmente en lo que se refiere a la piña de partida y a los procesos térmicos causantes de pardeamientos.

En cualquier caso estas diferencias suponen que el color no es un parámetro considerado como factor limitante en el control de calidad dentro de las características de cada marca comercial.

Los valores medios de la Tabla anterior se han utilizado para realizar la

representación Gráfica mediante diagrama de barras (Gráfica 39) de los parámetros L, a, b, h y C.

Respecto a los néctares Tablas 130 a 137, todas las muestras presentan valores del índice fotométrico L ligeramente inferiores a los del zumo natural, destacando la gran similitud de resultados entre todos las muestras analizadas y sus bajos coeficientes de variación.

Al considerar el índice cromático a el comportamiento observado es mucho más variable, mientras que el comportamiento para el índice cromático b es muy regular; todos los néctares presentan niveles muy inferiores al zumo natural (pérdida de color amarillo).

El índice h de los néctares es superior al del zumo natural excepto en las muestras NC4 y especialmente NC3; en todas ellas los coeficientes de variación obtenidos para este parámetro son muy elevados.

El índice de saturación C , es mucho menor en todos los néctares que en el zumo natural, lo que indica menor contenido en pulpa suspendida, aunque al igual que en el caso anterior se han obtenido elevados coeficientes de variación.

Si consideramos el parámetro ΔE para evaluar el comportamiento general de los distintos néctares analizados respecto al zumo natural se observa gran similitud en los resultados obtenidos. El zumo Z2 anteriormente comentado, tendría en cuanto al color se refiere un comportamiento similar a los néctares ya que el valor del parámetro ΔE es muy similar a los de este grupo.

Los valores medios de los parámetros determinados en los néctares se recogen en la Tabla 138 y se muestran mediante diagrama de barras en la Gráfica 40.

4.3.2.2.1.— Comparación con datos bibliográficos.

Aunque no se han encontrado datos numéricos en la bibliografía, respecto a la caracterización del color de la piña y sus derivados, el comportamiento observado en nuestras muestras para los parámetros evaluados está de acuerdo con los distintos investigadores.(KANNER y col., 1982; LUNDHAL y col., 1989; SMITH y CLINE, 1984).

4.3.2.2.2.— Influencia del tipo de envase. Análisis de varianza.

Al comparar los resultados obtenidos de los parámetros relativos al color de los néctares, de las marcas comerciales 2, 3 y 5, (aquellas que presentan sus productos en distinto tipo de envase), se observa gran variabilidad de comportamiento.

Para evaluar si estas diferencias eran significativas se aplicó la Tabla de ADEVA con dos factores (estadístico F de Fisher); los resultados obtenidos Tabla 139 demuestran que no existen variaciones estadísticamente significativas de los parámetros relativos al color en los néctares envasados en vidrio y metal de las marcas 2, 3 y 5; las ligeras variaciones en el parámetro a de la marca 2 y E en la marca 5 pueden considerarse no significativas a un nivel de confianza del 97.5%.

Luego podemos asegurar que los cambios de color encontrado en los néctares analizados no son debidos al distinto tipo de envasado , pudiendo ser debidos a la influencia de los distintos procesos de elaboración.

Tabla 139 Influencia del envase en los parámetros relativos al color.

Análisis de la Varianza.

		<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>c</u>	<u>ΔE</u>
<u>Marcas</u>							
<u>Comerciales</u>							
2	F1, 2=	10.615	36.897	7.968	0.239	15.790	4.929
3	F1, 2=	0.260	0.431	4.893	3.865	4.974	2.485
5	F1, 2=	1.184	9.794	0.326	0.029	0.552	26.496

4.3.3.- ESTUDIO DE PARAMETROS AJENOS A LA COMPOSICION.

4.3.3.1.- Furfurol y anhídrido sulfuroso.

Los resultados experimentales relativos al furfurol y anhídrido sulfuroso se expresan en mg/L o Kg, según el caso, de acuerdo con la legislación correspondiente y se han agrupado en la Tabla 140: Relativa al concentrado; Tablas 141 a 144: Zumos comerciales y Tablas 146 a 153: Néctares. En la Tablas las 145 y 154, de modo comparativo, se muestran los valores medios totales.

Para su evaluación individual se ha realizado la representación Gráfica de los valores totales medios de furfurol en las muestras analizadas, Gráfica 40.

Tabla 140.- Otros parámetros del concentrado de zumo de piña:CC

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	2.277	-	243.200	243.200
	DE	0.207		0.000	0.000
L2					
	X	0.954	-	240.000	240.000
	DE	0.136		4.525	4.525
Total					
	X	1.615	-	241.600	241.600
	DE	0.777		3.200	3.200
	CV	0.416		0.011	0.011

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 141.- Otros parámetros del Zumo comercial de piña: Z1
(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	3.020	-	48.000	48.000
	DE	0.093		0.000	0.000
L2					
	X	2.812	-	50.400	50.400
	DE	0.092		3.394	3.394
L3					
	X	2.030	11.200	40.000	51.200
	DE	0.129	2.263	6.788	4.525
Total					
	X	2.621	11.200	46.133	49.867
	DE	0.474	2.263	5.936	2.935
	CV	0.165	0.143	0.117	0.054

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 142.- Otros parámetros del Zumo comercial de piña: Z2

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº</u>	<u>lote</u>				
	L1				
	X	1.012	-	40.000	40.000
	DE	0.093		0.000	0.000
	L2				
	X	1.143	-	38.400	38.400
	DE	0.092		0.000	0.000
	L3				
	X	1.208	-	35.200	35.200
	DE	0.369		0.000	0.000
	Total				
	X	1.121	-	37.866	37.866
	DE	0.196		2.186	2.186
	CV	0.160		0.058	0.058

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 143.- Otros parámetros del Zumo comercial de piña: Z3

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	0.504	-	58.400	58.400
	DE	0.037		1.131	1.131
L2					
	X	0.843	-	56.000	56.000
	DE	0.147		6.788	6.788
L3					
	X	0.553	-	54.400	54.400
	DE	0.073		0.000	0.000
Total					
	X	0.634	-	56.267	56.267
	DE	0.179		3.565	3.565
	CV	0.259		0.058	0.058

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 144.- Otros parámetros del Zumo comercial de piña: Z4

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	0.869	3.200	83.825	87.025
	DE	0.110	0.000	3.896	3.896
L2					
	X	1.143	trazas	96.000	96.000
	DE	0.018		4.525	4.525
L3					
	X	1.090	-	92.800	92.800
	DE	0.203		9.051	9.051
Total					
	X	1.034	3.200	90.875	91.942
	DE	0.166	0.000	7.442	6.329
	CV	0.147	0.000	0.075	0.063

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 146.- Otros parámetros del Néctar de piña: NL1

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	1.990	15.600	43.200	58.800
	DE	0.258	5.091	2.263	7.354
L2					
	X	1.873	trazas	43.200	58.800
	DE	0.165		2.263	7.354
L3					
	X	2.095	7.600	56.000	67.200
	DE	0.073	6.220	15.839	4.525
Total					
	X	1.986	11.600	47.467	56.400
	DE	0.172	6.548	9.793	11.601
	CV	0.079	0.489	0.188	0.188

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 147.- Otros parámetros del Néctar de piña: NC2

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>S02</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	1.729	20.800	78.400	99.200
	DE	0.111	2.263	6.788	9.050
L2					
	X	1.617	24.000	91.200	115.200
	DE	0.166	2.263	2.263	0.000
L3					
	X	1.313	22.400	84.800	107.200
	DE	0.000	2.262	4.525	6.788
Total					
	X	1.562	22.400	84.800	107.200
	DE	0.206	2.263	6.863	8.763
	CV	0.122	0.092	0.074	0.075

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 148.- Otros parámetros del Néctar de piña: NL2
(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	0.686	trazas	32.000	32.000
	DE	0.111		0.000	0.000
L2					
	X	0.739	trazas	39.465	39.465
	DE	0.073		3.019	3.019
L3					
	X	0.778	-	28.000	28.000
	DE	0.202		0.000	0.000
Total					
	X	0.734		33.422	33.417
	DE	0.116		5.078	5.073
	CV	0.144		0.139	0.138

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 149.- Otros parámetros del Néctar de piña: NC3

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	2.342	-	49.600	49.600
	DE	0.056		6.788	6.788
L2					
	X	2.186	-	59.735	59.735
	DE	0.129		12.820	12.820
L3					
	X	2.355	-	52.500	52.500
	DE	0.074		2.687	2.687
Total					
	X	2.295	-	53.945	53.945
	DE	0.110		8.082	8.082
	CV	0.044		0.137	0.137

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 150.- Otros parámetros del Néctar de piña: NL3

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	0.570	16.000	40.000	56.000
	DE	0.276	0.000	2.263	2.263
L2					
	X	1.038	14.400	42.400	54.400
	DE	0.387	2.263	3.394	2.263
L3					
	X	0.569	-	57.600	57.600
	DE	0.276		4.525	4.525
Total					
	X	0.726	15.200	46.667	56.000
	DE	0.345	1.600	8.960	2.862
	CV	0.434	0.091	0.175	0.047

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 151.- Otros parámetros del Néctar de piña: NC4

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	2.473	12.800	99.200	112.000
	DE	0.092	9.051	4.525	4.525
L2					
	X	2.342	6.400	113.600	120.000
	DE	0.056	0.000	6.788	6.788
L3					
	X	2.381	trazas	116.800	116.800
	DE	0.037		6.788	6.788
Total					
	X	2.399	9.600	109.867	116.267
	DE	0.079	6.400	9.635	5.958
	CV	0.030	0.577	0.080	0.047

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 145.- Comparación de parámetros en Zumos comerciales de piña.

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Muestras</u>					
Z 1					
	X	2.621	11.200	46.133	49.867
	DE	0.474	2.263	5.936	2.935
	CV	0.165	0.143	0.117	0.054
Z 2					
	X	1.121	-	37.866	37.866
	DE	0.196		2.186	2.186
	CV	0.160		0.058	0.058
Z 3					
	X	0.634	-	56.267	56.267
	DE	0.179		3.565	3.565
	CV	0.259		0.058	0.058
Z 4					
	X	1.034	3.200	90.875	91.942
	DE	0.166	0.000	7.442	6.329
	CV	0.147	0.000	0.075	0.063

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 152.- Otros parámetros del Néctar de piña: NC5

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº</u>	<u>lote</u>				
	L1				
	X	3.242	-	112.000	112.000
	DE	0.073		0.000	0.000
	L2				
	X	3.359	-	113.090	113.090
	DE	0.093		7.509	7.509
	L3				
	X	3.294	-	71.68	71.68
	DE	0.073		10.861	10.861
	Total				
	X	3.298	-	98.923	98.923
	DE	0.081		21.919	21.919
	CV	0.022		0.202	0.202

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 153.- Otros parámetros del Néctar de piña: NL5

(mg/L)

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO₂</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Nº lote</u>					
L1					
	X	3.255	8.000	40.000	48.000
	DE	0.240	2.263	6.788	9.051
L2					
	X	2.981	-	62.400	64.400
	DE	0.000		4.525	4.525
L3					
	X	3.125	trazas	59.380	59.38
	DE	0.055		0.198	0.198
Total					
	X	3.120	8.000	53.927	56.593
	DE	0.165	2.263	11.468	8.162
	CV	0.048	0.200	0.194	0.132

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 154.- Comparación de parámetros en Néctares de piña.

		<u>Furfurol</u>	<u>libre</u>	<u>SO2</u> <u>combinado</u>	<u>total</u>
<u>Muestras</u>					
NL 1					
	X	1.986	11.600	47.467	56.400
	DE	0.172	6.548	9.793	11.601
	CV	0.079	0.489	0.188	0.188
NC 2					
	X	1.562	22.400	84.800	107.200
	DE	0.206	2.263	6.863	8.763
	CV	0.122	0.092	0.074	0.075
NL 2					
	X	0.734	trazas	33.422	
	DE	0.116		5.078	
	CV	0.144		0.139	
NC 3					
	X	2.295	-	53.945	53.945
	DE	0.110		8.082	8.082
	CV	0.044		0.137	0.137
NL 3					
	X	0.726	15.200	46.667	56.000
	DE	0.345	1.600	8.960	2.862
	CV	0.434	0.091	0.175	0.047
NC 4					
	X	2.399	9.600	109.867	116.267
	DE	0.079	6.400	9.635	5.958
	CV	0.030	0.577	0.080	0.047
NC 5					
	X	3.298	-	98.923	98.923
	DE	0.081		21.919	21.919
	CV	0.022		0.202	0.202
NL 5					
	X	3.120	8.000	53.927	56.593
	DE	0.165	2.263	11.468	8.162
	CV	0.048	0.200	0.194	0.132

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

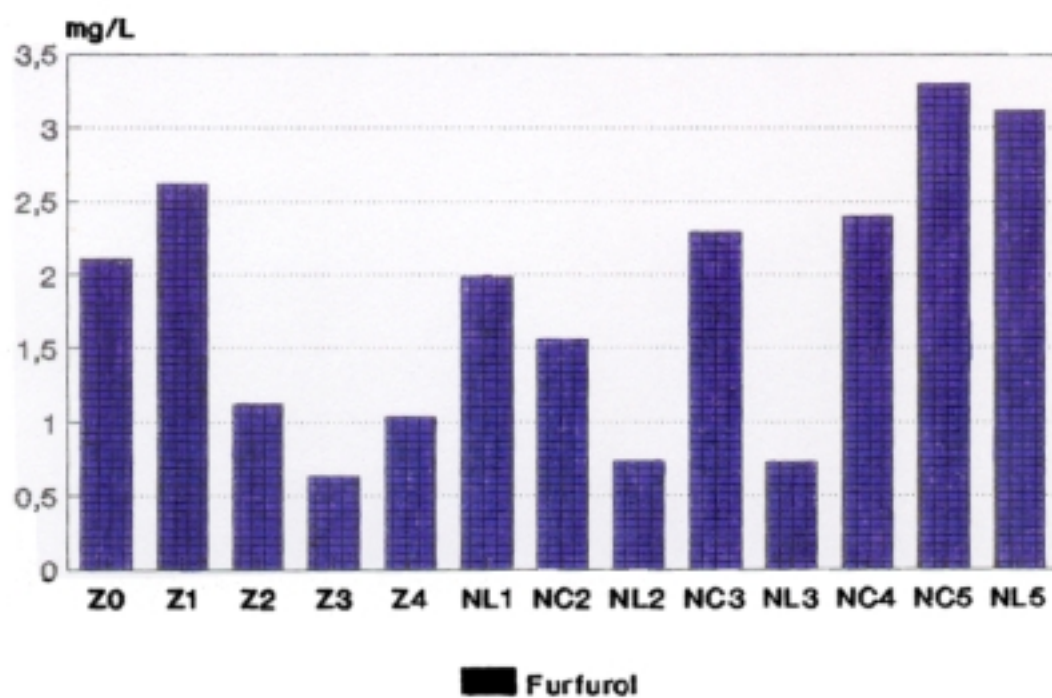
CV = coeficiente de variación

Tabla 155.- Influencia del lote en contenido de furfural y SO₂.

Análisis de la Varianza.

		<u>Furfural</u>	<u>SO₂ total</u>
CC	F1, 2=	57.011	1.000
Z1	F2, 3=	48.493	0.520
Z2	F2, 3=	0.388	2.146
Z3	F2, 3=	7.044	0.513
Z4	F2, 3=	2.363	1.056
NL1	F2, 3=	0.744	11.169
NC2	F2, 3=	5.624	3.000
NL2	F2, 3=	0.216	19.380
NC3	F2, 3=	2.119	0.751
NL3	F2, 3=	1.454	0.500
NC4	F2, 3=	2.075	0.864
NC5	F2, 3=	1.072	19.166
NL5	F2, 3=	1.869	3.377

Gráfica 41.- Valores medios totales de Furfurol en las muestras analizadas.



El furfural es un compuesto de degradación producido en los procesos de pardeamiento; su presencia en los zumos y néctares es indicativo del deterioro térmico y envejecimiento, que han provocado cambios en el aroma y sabor. Por ello se ha considerado de interés su evaluación en las muestras de concentrado, zumos y néctares objeto de este estudio. (DAUBERTE y col., 1990; DINSMORE y NAGY, 1974; NUÑEZ y col., 1990).

Los distintos autores consultados establecen el furfural como un índice de alteración. DINSMORE y NAGY, 1974; KANNER y col., 1981; KANNER y col., 1982; NAGY y RANDALL, 1973.

Los zumos comerciales presentan niveles variables entre 0.504 mg/L del L1 del zumo Z3 y 3.020 mg/L del L1 del zumo Z1. (Tablas 143 y 141). Las muestras Z3 y Z1 presentan los niveles medios inferior 0.634 mg/L y superior 2.621 mg/L respectivamente. (Tabla 145).

Los néctares muestran también resultados variables, siendo los niveles mínimos los de la muestra L1 de NL2 con 0.686 mg/L (Tabla 148) y los máximos 3.359 mg/L del néctar L2 de NC5 (Tabla 152); esta muestra presentaba también los niveles máximos de índice de formol. La marca NL3 destaca por su elevado coeficiente de variación.

Respecto al anhídrido sulfuroso hay que destacar que es un compuesto de gran importancia en la elaboración de zumos y néctares de frutas por su papel inhibidor de los pardeamientos, al bloquear los grupos carbonilos intermedios; como antioxidante, al disminuir la oxidación química de fenoles y del ácido ascórbico y como agente antimicrobiano. (NUÑEZ y col., 1990).

Como ya comentamos en el capítulo referente a la legislación de zumos y néctares, la presencia de SO_2 en ellos está sujeta a normas legales estrictas, permitiéndose un máximo residual de SO_2 total en producto terminado de 50 p.p.m. para los zumos y 10 p.p.m. para los néctares y

obtenidos son tan elevados que podría considerarse que no cumplen la legislación vigente.

Respecto a los néctares, la muestra NC2 es la única que presenta niveles cuantificables de SO_2 libre en todos sus lotes.

El rango de variación del SO_2 total encontrado en los néctares esta entre 33.417 mg/L de la muestra NL2 (Tabla 148) y 116.267 mg/L de NC4(Tabla 151), todos ellos muy superiores a lo permitido por la legislación correspondiente (10 p.p.m.). Además las muestras NL1, NL2, NC3, NC5 y NL5 presentan elevados coeficientes de variación.

Se ha comprobado que las muestras que presentaban niveles más elevados de vitamina C, Z0 y NC 4 son las que presentan niveles superiores de SO_2 total. Esta posible relación entre el SO_2 y la vitamina C está indicada por NULÑEZ y col., (1990).

4.3.3.1.1.— Influencia del lote. Análisis de la varianza.

Los resultados de la aplicación de la Tabla de ADEVA con un factor, F de Fisher, a los resultados experimentales de furfural y SO_2 total, se recogen en la Tabla 155.

Su comparación con los F críticos correspondientes, (Tabla 14) permite deducir que únicamente las muestras Z0 y Z1 presentan diferencias estadísticamente significativas de los contenidos en furfural de los distintos lotes analizados.

Respecto al SO_2 solamente los néctares NL2 y NC5 presentan diferencias significativas en los distintos lotes.

4.3.3.1.2.- Influencia del envase. Análisis de la varianza.

Al comparar aquellos néctares que se presentan en distinto tipo de envase, podemos ver que los resultados referentes al furfurool son mucho menores en el producto en lata de las marcas comerciales 2 y 3 que en el de cristal, mientras que en la marca 5 son similares.

Las cantidades de SO_2 total son menores en los néctares envasados en lata de las marcas 2 y 5, especialmente la 2, y similares en la 3.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la Tabla de ADEVA con dos factores (Tabla 156) muestran que en la marca 2 el SO_2 total varía debido al tipo de envase; en la marca 3 el furfurool y la marca 5 no sufre variación significativa, de estos parámetros debida al distinto tipo de envase, confirmándose así que esta marca comercial es la que presenta un comportamiento más estable sin influencia del tipo de envasado.

Tabla 156.- Influencia del envase en el contenido en furfurool y SO_2 .

Análisis de la Varianza.

		<u>Furfurool</u>	<u>SO_2 total</u>
<u>Marcas</u>			
<u>Comerciales</u>			
2	<u>F1, 2=</u>	<u>29.940</u>	<u>431.229</u>
3	<u>F1, 2=</u>	<u>55.601</u>	<u>0.306</u>
5	<u>F1, 2=</u>	<u>2.483</u>	<u>7.459</u>

4.4.- ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO.

Tras la caracterización de las muestras objeto de este estudio se ha considerado de interés la evaluación de las posibles modificaciones que los parámetros considerados pueden sufrir durante el proceso de almacenamiento.

Para ello, como se indicó en la parte experimental, distintos envases de un mismo lote de fabricación de la muestra de zumo comercial Z0, fueron almacenados a temperatura ambiente durante 6 meses, realizándose análisis periódicos mensuales; este período incluía el tiempo de vida útil del producto, indicado por el fabricante en el envase y un mes después de la fecha recomendada.

Los resultados experimentales se recogen en la Tabla 157: Correspondiente a los valores de densidad, extracto seco y pulpa suspendida; Tabla 158: pH, acidez titulable, índice de madurez, cenizas, alcalinidad de cenizas, sustancias pécticas y vitamina C; Tabla 159: Contenido en azúcares, fructosa, glucosa y sacarosa obtenidos por CLAE, azúcares totales como suma de los anteriores y azúcares totales obtenidos por el método colorimétrico de la antrona; Tabla 160: Elementos minerales (macroelementos y microelemento); Tabla 161: Índice de formol, furfurool y anhídrido sulfuroso y Tabla 162: Parámetros relativos al color.

La evolución de los contenidos en vitamina C y macroelementos, K, Ca y P , durante el tiempo de almacenamiento se muestra en las Gráficas de líneas quebradas 42 y 43 respectivamente.

Tabla 157.- Parámetros del Zumo comercial de piña: Z0.

Estudio del almacenamiento.

		<u>----- Extracto seco -----</u>				<u>Pulpa</u>
		<u>Densidad</u>	<u>Evaporación</u>	<u>Tablas</u>	<u>% Brix</u>	<u>suspendida</u>
			<u>(g/100mL)</u>	<u>(g/100mL)</u>		<u>(g/100mL)</u>
<u>Nº lote</u>						
M 0	X	1.0525	16.684	13.500	12.20	4.089
	DE	0.002	0.410	0.450		
M 1	X	1.0526	15.535	13.500	12.70	4.778
	DE	0.001	0.389	0.260		
M 2	X	1.0525	17.403	13.500	12.90	5.661
	DE	0.000	0.361	0.000		
M 3	X	1.0316	15.862	8.030	12.50	7.384
	DE	0.001	0.684	0.367		
M 4	X	1.0438	19.392	11.285	13.00	5.101
	DE	0.001	0.620	2.029		
M 5	X	1.0506	18.628	12.980	12.60	3.824
	DE	0.000	0.069	0.000		
M 6	X	1.0522	20.421	13.370	12.90	3.533
	DE	0.002	0.333	0.551		
Total						
	X	1.0488	17.498	12.519	12.686	4.910
	DE	0.007	1.716	1.919	0.279	1.321
	CV	0.007	0.095	0.148	0.020	0.249

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 158.- Parámetros del Zumo comercial de piña: Z0.
Estudio del almacenamiento.

		<u>pH</u>	<u>Acidez</u> <u>titulable</u> (a)	<u>Indice</u> <u>madurez</u> (b)	<u>Cenizas</u> (g/100mL)	<u>Alcalinidad</u> <u>cenizas</u> (c)	<u>Sustancias</u> <u>pécticas</u> (d)	<u>Vit.C</u> (e)
<u>nº meses</u>								
M 0	X	3.62	0.605	20.162	0.390	0.183	0.096	61.022
	DE		0.022	0.730	0.009		0.008	0.535
M 1	X	3.72	0.648	19.603	0.377	0.133	0.088	43.621
	DE		0.014	0.428	0.002		0.003	0.445
M 2	X	3.00	0.681	18.929	0.372	0.257	0.110	42.592
	DE		0.005	0.137	0.021		0.001	0.001
M 3	X	4.64	0.614	20.359	0.378	0.167	0.077	43.392
	DE		0.003	0.093	0.003		0.002	1.930
M 4	X	3.95	0.625	20.813	0.424	0.161	0.095	35.498
	DE		0.023	0.753	0.004		0.007	0.573
M 5	X	4.27	0.643	19.627	0.392	0.234	0.094	24.987
	DE		0.044	1.358	0.001		0.000	0.573
M 6	X	3.96	0.641	20.109	0.410	0.200	0.102	22.389
	DE		0.005	0.155	0.010		0.001	1.766
Total								
	X	3.88	0.637	19.943	0.392	0.191	0.095	39.072
	DE	0.518	0.029	0.768	0.002	0.043	0.011	13.058
	CV	0.123	0.044	0.037	0.050	0.209	0.108	0.309

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

(a) = g ácido cítrico anhidro / 100 mL

(b) = °Brix / acidez titulable

(c) = g CO3K2 / 100 mL

(d) = g ácido galacturónico / 100 mL

(e) = g ácido ascórbico / 100 mL

Tabla 159.- Contenido en azúcares del Zumo comercial de piña: Z 0.

Estudio del almacenamiento.

		<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	-- <u>Azúcares</u> (m. CLAE)	<u>Totales</u> -- (m. Antrona)
<u>Nº meses</u>						
M 0						
	X	2.143	2.429	4.901	8.912	13.741
	DE	0.190	0.303	0.370	0.670	0.277
M 1						
	X	2.307	2.611	5.527	10.445	13.766
	DE	0.278	0.325	0.568	1.171	0.076
M 2						
	X	2.243	2.377	4.325	8.945	12.690
	DE	0.172	0.235	0.523	0.331	0.168
M 3						
	X	2.853	2.990	4.881	10.724	9.186
	DE	0.400	0.067	0.634	0.167	0.160
M 4						
	X	2.457	2.624	4.600	9.681	12.918
	DE	0.087	0.118	0.083	0.288	1.632
M 5						
	X	2.983	3.050	4.893	10.926	12.692
	DE	0.345	0.335	0.809	1.489	0.476
M 6						
	X	2.820	2.963	4.782	10.565	12.522
	DE	0.083	0.019	0.079	0.014	0.590
Total						
	X	2.524	2.698	4.885	9.956	12.502
	DE	0.369	0.324	0.458	1.002	1.572
	CV	0.141	0.116	0.090	0.097	0.121

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 160. - Contenido mineral del zumo comercial de piña: Z 0 .

Estudio del almacenamiento.
(mg/100ml)

		<u>MACROELEMENTOS</u>					<u>MICROELEMENTOS</u>			
		<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
<u>Nº meses</u>										
M 0	X	2.890	111.500	18.610	16.980	3.517	0.063	0.293	1.026	0.093
	DE	0.382	1.697	0.487	0.970	0.297	0.008	0.028	0.061	0.001
M 1	X	2.316	125.833	21.153	16.340	3.435	0.067	0.267	1.091	0.099
	DE	0.090	2.223	0.291	1.009	0.116	0.009	0.005	0.035	0.002
M 2	X	2.480	125.000	22.360	17.050	3.664	0.056	0.287	1.142	0.086
	DE	0.367	3.394	0.961	0.325	0.468	0.005	0.023	0.087	0.005
M 3	X	2.593	133.000	20.413	16.150	2.169	0.069	0.296	1.165	0.078
	DE	0.044	3.712	0.745	0.452	0.189	0.005	0.032	0.044	0.005
M 4	X	2.797	118.812	21.067	16.613	3.209	0.062	0.285	1.109	0.085
	DE	0.177	4.508	0.562	0.280	0.200	0.007	0.019	0.059	0.014
M 5	X	2.939	133.889	19.350	16.873	2.373	0.053	0.288	1.161	0.077
	DE	0.569	2.536	0.792	0.629	0.182	0.005	0.016	0.013	0.002
M 6	X	2.912	138.187	19.330	17.833	4.181	0.066	0.298	1.119	0.081
	DE	0.242	1.679	0.791	0.905	0.083	0.001	0.101	0.022	0.001
Total	X	2.723	127.010	20.270	16.823	3.220	0.063	0.287	1.114	0.086
	DE	0.321	8.814	1.308	0.810	0.688	0.007	0.020	0.063	0.009
	CV	0.114	0.067	0.063	0.047	0.206	0.117	0.068	0.056	0.100

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 161.- Almacenamiento zumo 100: Z 0

(mg / litro)

		<u>Indice</u> <u>formol</u>	<u>Furfurol</u> (mg/L)	<u>libre</u> (mg/L)	<u>SO2</u> <u>combinado</u> (mg/L)	<u>total</u> (mg/L)
<u>nº meses</u>						
M 0	X	11.640	2.062	3.465	141.085	144.550
	DE		0.138	0.375	12.424	12.799
M 1	X	15.945	1.886	-	148.800	148.800
	DE		0.037		15.839	15.839
M 2	X	12.000	1.951	-	204.800	204.800
	DE		0.018		0.000	0.000
M 3	X	12.000	1.665	6.400	96.000	185.600
	DE		0.129	4.525	0.000	9.051
M 4	X	13.213	1.821	-	137.600	137.600
	DE		0.055		0.000	0.000
M 5	X	11.824	1.860	11.200	147.840	159.040
	DE		0.110	2.263	0.905	1.357
M 6	X	11.925	1.626	1.600	150.400	152.000
	DE		0.148	2.263	4.525	6.788
Total						
	X	12.660	1.838	3.238	146.646	161.770
	DE	1.535	0.166	4.350	31.115	24.317
	CV	0.112	0.087	1.297	0.204	0.145

X = valor medio

DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Tabla 162 .- Estudio de la influencia del almacenamiento en el zumo Z 0.

Parámetros relativos al color.

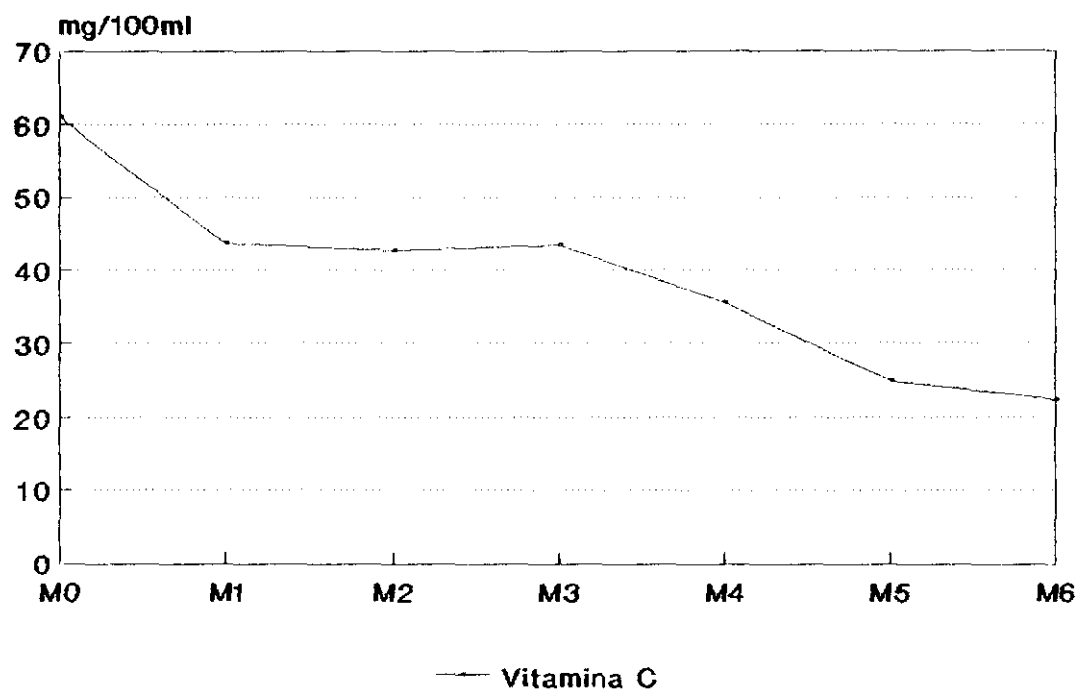
	<u>L</u>	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>h</u>	<u>C</u>	<u>ΔE</u>
<u>Nº meses</u>						
M 0	46.36	- 6.03	18.95	72.351	20.14	7.765
M 1	44.39	- 3.69	17.10	77.822	17.10	4.759
M 2	43.82	- 3.87	17.42	77.474	17.88	4.314
M 3	43.31	- 3.92	16.76	76.834	17.42	3.725
M 4	40.18	- 1.67	14.75	83.540	17.64	2.045
M 5	41.04	- 1.58	14.88	83.939	14.88	2.337
M 6	41.25	- 1.43	13.38	83.900	13.55	3.626
X	42.907	- 3.170	16.177	79.408	16.944	4.081
DE	2.190	1.698	1.913	4.481	2.145	1.898
CV	0.047	0.496	0.109	0.052	0.117	0.430

X = valor medio

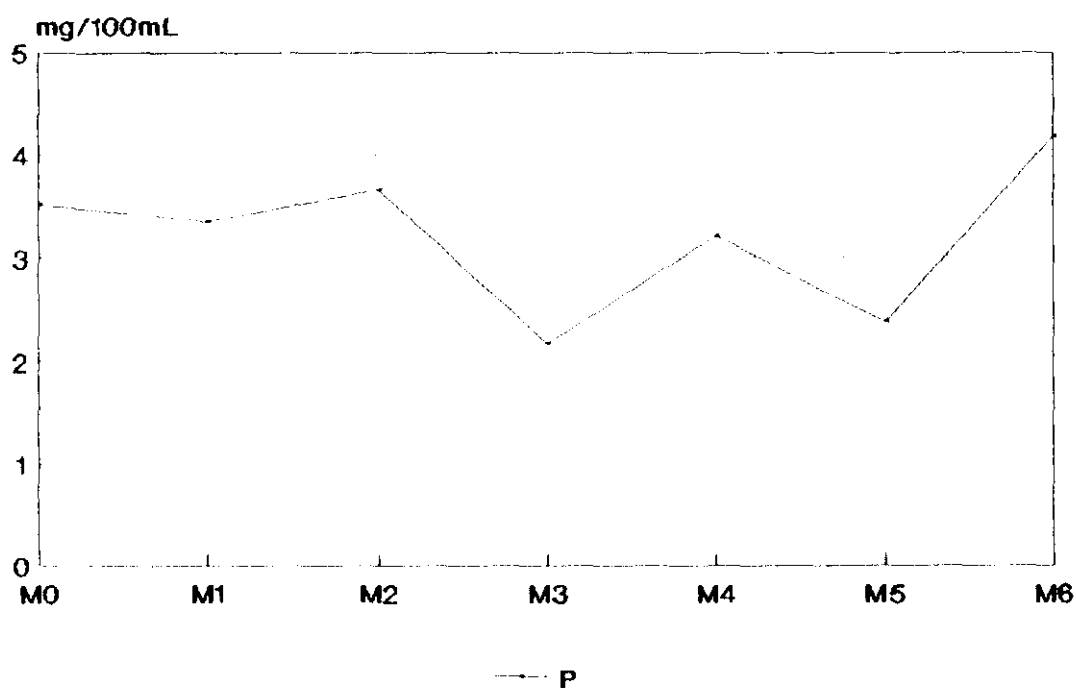
DE = desviación estandar (n-1)

CV = coeficiente de variación

Gráfica 42.- Evolución del contenido en Vitamina C durante el almacenamiento del zumo comercial de piña: Z0.



Gráfica 43.- Evolución del contenido en Fósforo durante el almacenamiento del zumo comercial de piña: Z0.



De la observación de la Tabla 157 se deduce que no hay grandes variaciones en los valores relativos a la densidad, extracto seco y pulpa suspendida.

Los mayores coeficientes de variación los presentan los valores de extracto seco (determinado por el método de evaporación y por Tablas) y pulpa suspendida, lo cual podría hacer suponer una variación significativa de estos parámetros durante el periodo de almacenamiento considerado.

Respecto a los parámetros reflejados en la Tabla 158 (pH, acidez titulable, índice de madurez, cenizas, alcalinidad de cenizas, sustancias pécticas y vitamina C), los coeficientes de variación más elevados se han obtenido para los resultados del pH, sustancias pécticas, alcalinidad de las cenizas y especialmente a la vitamina C, cuya evolución se representa en la gráfica 42.(MOSHONAS y SHAW, 1989).

La drástica disminución del contenido en vitamina C tiene gran importancia en esta muestra ya que indica en su envase estar enriquecida en esta vitamina; los niveles mínimos requeridos para esta denominación (40 mg/L) no se cumplen a partir del mes 4 de almacenamiento (un mes antes de su fecha de consumo preferente).

Evaluando el contenido de azúcares de esta muestra durante el periodo de almacenamiento considerado, los resultados recogidos en la Tabla 159 muestran unos coeficientes de variación muy similares y elevados (próximos al 10%) si bien los valores medios absolutos no parecen sufrir grandes variaciones.

Como hemos visto anteriormente el contenido de cenizas parece no sufrir grandes variaciones durante el almacenamiento. Para evaluar el comportamiento de los diferentes elementos minerales que contienen, se ha realizado su determinación cuantitativa obteniéndose los resultados que se recogen en la Tabla 160.

Dentro del grupo de macroelementos los mayores coeficientes de variación se han obtenido para el sodio y especialmente para el fósforo, y con respecto a los microelementos para el Cu y el Zn.

La evolución de los valores medios del P queda reflejada en las Gráfica 42.

Los resultados relativos a los parámetros implicados en posibles alteraciones: Índice de formol, furfural y anhídrido sulfuroso, se muestran en la Tabla 161. Los referentes a índice de formol y furfural presentan un coeficiente de variación de 11.20 y 6.4% respectivamente, lo que podría suponer una ligera alteración significativa de estos parámetros.

Respecto a los resultados del anhídrido sulfuroso se observan elevados coeficientes de variación, especialmente en la forma combinada de este compuesto.

Si consideramos por último la evolución de los parámetros relativos al color, cuyos resultados se muestran en la Tabla 162, se observan elevados coeficientes de variación en los parámetros a, h y E. Este hecho podría suponer alteraciones debidas a procesos de pardeamiento durante el periodo de almacenamiento.

4.4.1. — ANÁLISIS DE LA VARIANZA.

Los resultados obtenidos de la aplicación de la Tabla de ADEVA se recogen en la Tabla 163.

La comparación de los F anteriormente indicados con sus correspondientes F críticos (Tabla 14) permite asegurar que los valores relativos a la densidad, extracto seco (obtenido por evaporación),

cenizas, sustancias pécticas y vitamina C sufren variación estadísticamente significativa durante el proceso de almacenamiento considerado.

Respecto al contenido en azúcares únicamente los resultados relativos al contenido en azúcares totales, obtenidos por aplicación del método de la antrona sufren variación significativa. Dado que ninguno de los azúcares individuales ni su suma obtenida por CLAE presentan variación significativa, la variación reflejada por el contenido total de azúcares determinado por antrona no debe ser entendida como una influencia del tiempo de almacenamiento sino como variabilidad del método en sí , como ya indicamos en capítulos anteriores al referirnos a este parámetro.

Como ya hemos indicado, el contenido en cenizas totales del zumo Z0 sufre variación significativa durante el tiempo de almacenamiento. Al evaluar los resultados del análisis estadístico referente a los distintos elementos minerales, podemos ver que esta variación es debida a las variaciones significativas de los contenidos de K, Ca , P y Zn.

En cuanto a los otros parámetros considerados, se observan variaciones estadísticamente significativas en los contenidos de anhídrido sulfuroso combinado y total, no apreciándose variación significativa del contenido en furfurol.

Tabla 163.- Estudio del almacenamiento del Zumo comercial de piña: Z0.

Análisis de la varianza (F de Fisher).

<u>Densidad</u>	<u>-----Extracto</u> <u>Evaporación</u>	<u>seco-----</u> <u>tablas</u>	<u>Acidez</u> <u>titulable</u>	<u>Cenizas</u>	<u>Sustancias</u> <u>pécticas</u>	<u>Vit. C</u>
F6,10= 15.724	F6,10= 54.207	F6,10= 17.613	F6,7= 2.763	F6,14= 9.630	F6,7= 11.007	F6,12= 461.091
<u>Fructosa</u>	<u>Glucosa</u>	<u>Sacarosa</u>	<u>Azúcares</u> <u>Totales</u> (CLAE)	<u>Azúcares</u> <u>Totales</u> (Antrona)		
F6,8= 4.125	F6,8= 3.147	F6,7= 0.856	F6,8= 2.953	F6,7= 9.938		
<u>Na</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>P</u>		
F6,9= 1.426	F6,9= 22.099	F6,12= 9.887	F6,13= 1.677	F6,8= 17.224		
<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>			
F6,13= 2.121	F6,14= 0.731	F6,13= 2.296	F6,11= 6.156			
<u>Furfurol</u>	<u>SO2 total</u>					
F6,7= 4.413	F6,7= 15.303					

4.5.- CARACTERIZACION GLOBAL DE ZUMOS Y NECTARES DE PIÑA

Por último, para simplificar el estudio de la caracterización de zumos y néctares de piña y poder determinar cuales son las variables que caracterizan mejor a estos productos se ha realizado el estudio de los " Componentes Principales " , basado en el estudio de las correlaciones existentes entre el conjunto de resultados correspondientes a las variables: densidad, extracto seco, °Brix, acidez, índice de madurez, vitamina C, índice de formol, pH, cenizas, alcalinidad de las cenizas, azúcares, sustancias pécticas y pulpa suspendida, obtenidos para el zumo natural de piña tomado como referencia, zumos comerciales y néctares de piña, mostradas en la Tabla 164, donde se han considerado los valores medios de las variables.

Su aplicación permitirá definir grupos de variables correlacionadas cuyo estudio más profundo permitirá establecer las características más sobresalientes de los productos considerados.

La matriz de correlaciones (Tabla 164) muestra correlaciones estadísticamente significativas entre las siguientes variables:

- El extracto seco presenta las correlaciones más elevadas con la densidad y °Brix; y en menor proporción con los azúcares.
- °Brix con azúcares
- El índice de madurez muestra correlación significativa y negativa con el índice de formol, cenizas, acidez, y pulpa suspendida.
- La vitamina C no muestra relación significativa con ninguno de los parámetros evaluados.
- El índice de formol está relacionado positivamente con el contenido en

cenizas, correspondiente alcalinidad y la acidez.

- El pH muestra únicamente correlación significativa con el contenido en cenizas.

El comportamiento de las muestras queda definido por dos "componentes principales" (conjunto de variables) entre los cuales explican el 67 % de la varianza de los resultados experimentales.(Tabla 165).

Este porcentaje de variación explicada es suficientemente elevado como para que las conclusiones de este estudio puedan considerarse válidas. El primer componente explica el 38% y el segundo el 29% de la variación.

En la Tabla 166 se recogen las coordenadas de participación de cada variable en los dos primeros componentes considerados; de su observación se deduce que la vitamina C es el único parámetro que no muestra participación en ninguno de los componentes definidos, por ello podemos considerar que su determinación no es útil a la hora de caracterizar los derivados de piña considerados, ya que su variación en las distintas muestras analizadas no guarda relación con ninguno de los parámetros estudiados.

Tabla 164.- Matriz de correlaciones entre los distintos parámetros considerados. Análisis global.

	Densidad	ES	ºBrix	IM	Vit. C	IF	pH	Cenizas	Azúcares	SP	PS	Alcalin.	
Densidad	1.0000 (14) 0.0000												
ES	0.9945 (14) 0.0000	1.0000 (14) 0.0000											
ºBrix	0.8625 (14) 0.0001	0.8843 (14) 0.0000	1.0000 (14) 0.0000										
IM	- 0.2243 (14) 0.4407	- 0.2018 (14) 0.4890	0.1407 (14) 0.6315	1.0000 (14) 0.0000									
Vit. C	0.1449 (14) 0.6210	0.0959 (14) 0.7444	- 0.0470 (14) 0.8733	- 0.0498 (14) 0.8657	1.0000 (14) 0.0000								
IF	0.098 (14) 0.9195	0.0035 (14) 0.9905	- 0.3091 (14) 0.2822	- 0.8177 (14) 0.0004	- 0.0626 (14) 0.8317	1.0000 (14) 0.0000							
pH	0.2191 (14) 0.4516	0.2402 (14) 0.4082	0.1151 (14) 0.6952	- 0.375 (14) 0.8987	0.0298 (14) 0.9196	0.2187 (14) 0.4526	1.0000 (14) 0.0000		(14)				
Cenizas	- 0.0014 (14) 0.9963	- 0.1680 (14) 0.9546	- 0.3059 (14) 0.2875	- 0.5737 (14) 0.0319	0.2583 (14) 0.3725	0.7505 (14) 0.0020	0.6633 (14) 0.0097	1.0000 (14) 0.0000		(14)			
Azúcares	0.8611 (14) 0.0100	0.6487 (14) 0.0121	0.7603 (14) 0.0016	- 0.575 (14) 0.8451	0.1569 (14) 0.5921	- 0.1972 (14) 0.4992	- 0.2207 (14) 0.4483	- 0.4630 (14) 0.0954	1.0000 (14) 0.0000		(14)		
Acidez	0.4736 (14) 0.0871	0.4514 (14) 0.1052	0.0630 (14) 0.8306	- 0.9200 (14) 0.0000	0.2041 (14) 0.4841	0.6657 (14) 0.0094	0.0774 (14) 0.7926	0.5168 (14) 0.0584	0.1382 (14) 0.6374	1.0000 (14) 0.0000		(14)	
SP	- 0.0244 (14) 0.9339	- 0.438 (14) 0.8819	- 0.3802 (14) 0.1800	- 0.2875 (14) 0.3190	0.4343 (14) 0.1208	0.2660 (14) 0.3581	0.3434 (14) 0.2293	0.5237 (14) 0.0546	0.51502 (14) 0.0595	0.4298 (14) 0.1251	1.0000 (14) 0.0000		
PS	0.4229 (14) 0.1319	0.4415 (14) 0.1140	0.1207 (14) 0.6809	- 0.6341 (14) 0.0149	0.1691 (14) 0.5633	0.4183 (14) 0.1366	0.2299 (14) 0.4292	0.4330 (14) 0.1219	- 0.1059 (14) 0.7186	0.7548 (14) 0.0018	0.5711 (14) 0.0329	1.0000 (14) 0.0000	
Alcalin.	0.1135 (14) 0.8992	0.0848 (14) 0.7732	- 0.2155 (14) 0.4595	- 0.4908 (14) 0.0747	0.2732 (14) 0.3447	0.6480 (14) 0.0122	0.7152 (14) 0.0040	0.9260 (14) 0.0000	0.3362 (14) 0.2399	0.4961 (14) 0.0712	0.6083 (14) 0.0210	0.3901 (14) 0.1680	1.0000 (14) 0.0000

Tabla 165.- Porcentaje de la variación total explicada por cada "componente principal". Análisis global.

Component Number	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	38.32211	38.32211
2	28.96305	67.28516
3	12.53466	79.81983
4	9.70547	89.52630
5	5.47545	95.00174
6	2.25507	97.25682
7	1.28645	98.54327
8	.61074	99.15401
9	.49977	99.65378
10	.22430	99.87808
11	.09007	99.96815
12	.02941	99.99756
13	.00244	100.00000

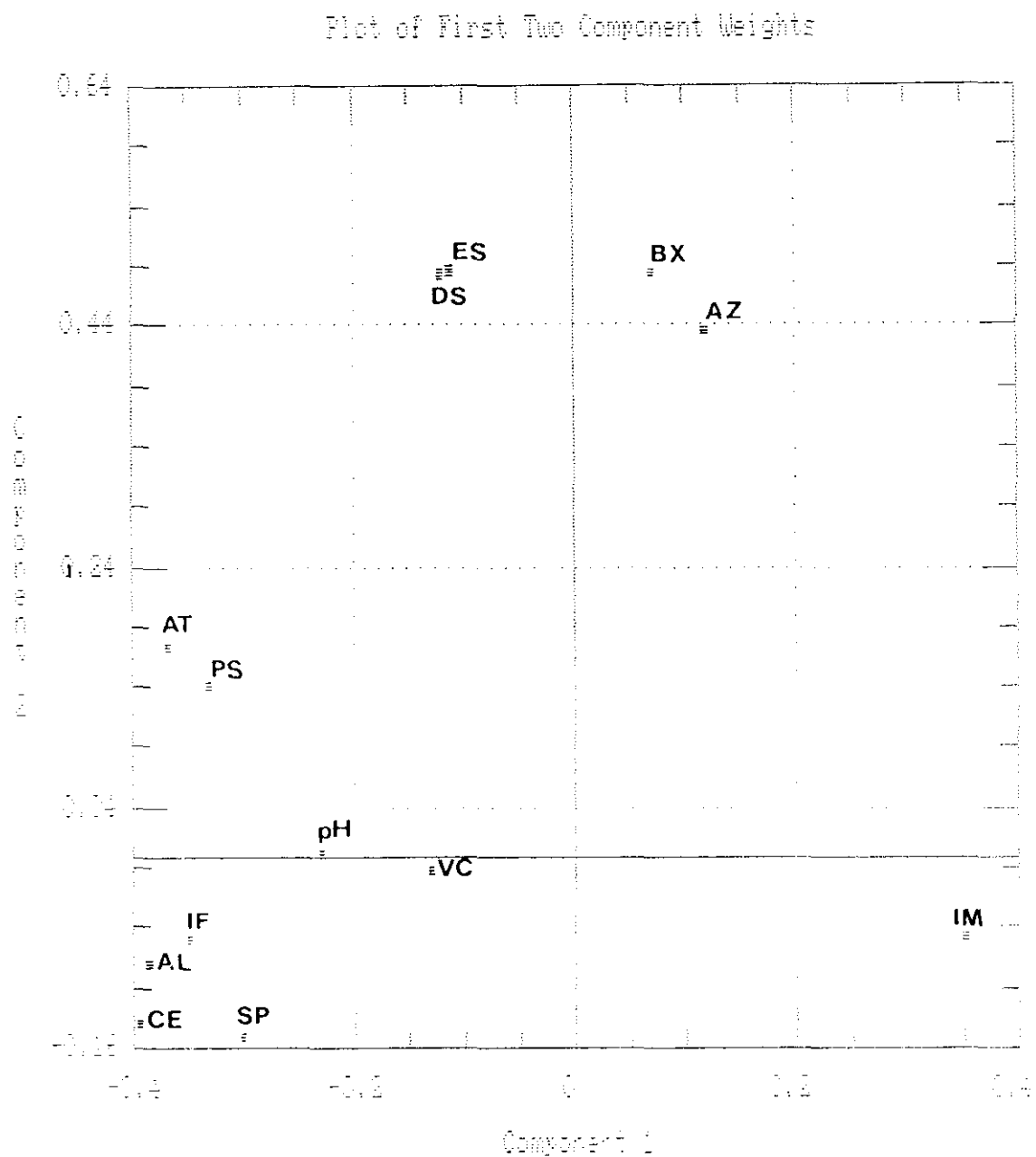
Tabla 166.- Coordenadas de cada variable respecto a los distintos "componentes principales". Análisis global.

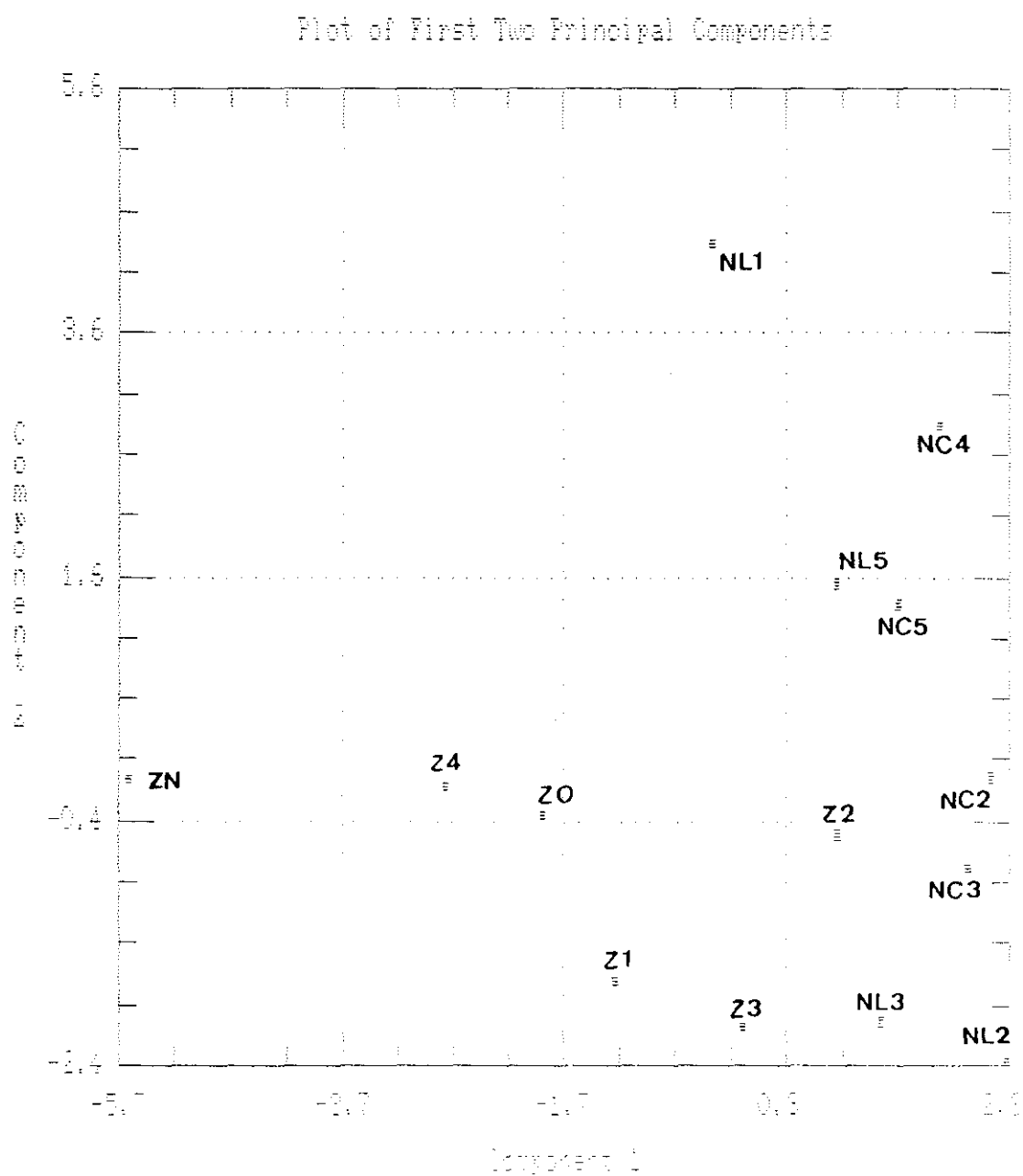
variables: P1207AREA,general (length = 13 13)

1. 1) -0.1267786	1. 2) 0.462175	1. 3) 0.129048
2. 1) -0.411993	2. 2) 0.48546	2. 3) 0.375
3. 1) 0.0703596	3. 2) 0.431145	3. 3) 0.163115
4. 1) 0.393221	4. 2) -0.0871031	4. 3) 0.4469373
5. 1) -0.130997	5. 2) -0.0123242	5. 3) 0.334324
6. 1) -0.348467	6. 2) -0.0593235	6. 3) -0.330814
7. 1) 0.32671	7. 2) 2.02371E-3	7. 3) 0.511637
8. 1) -0.334533	8. 2) -0.139345	8. 3) 0.137073
9. 1) 0.119441	9. 2) 0.43461	9. 3) -0.162316
10. 1) -0.367065	10. 2) 0.172117	10. 3) -0.304437
11. 1) -0.307638	11. 2) -0.131137	11. 3) 0.323261
12. 1) -0.331083	12. 2) 0.141111	12. 3) -0.176443
13. 1) -0.365617	13. 2) -0.361133	13. 3) 0.237595

Gráfica 44.- Proyección de los distintos parámetros en el plano. Análisis global.

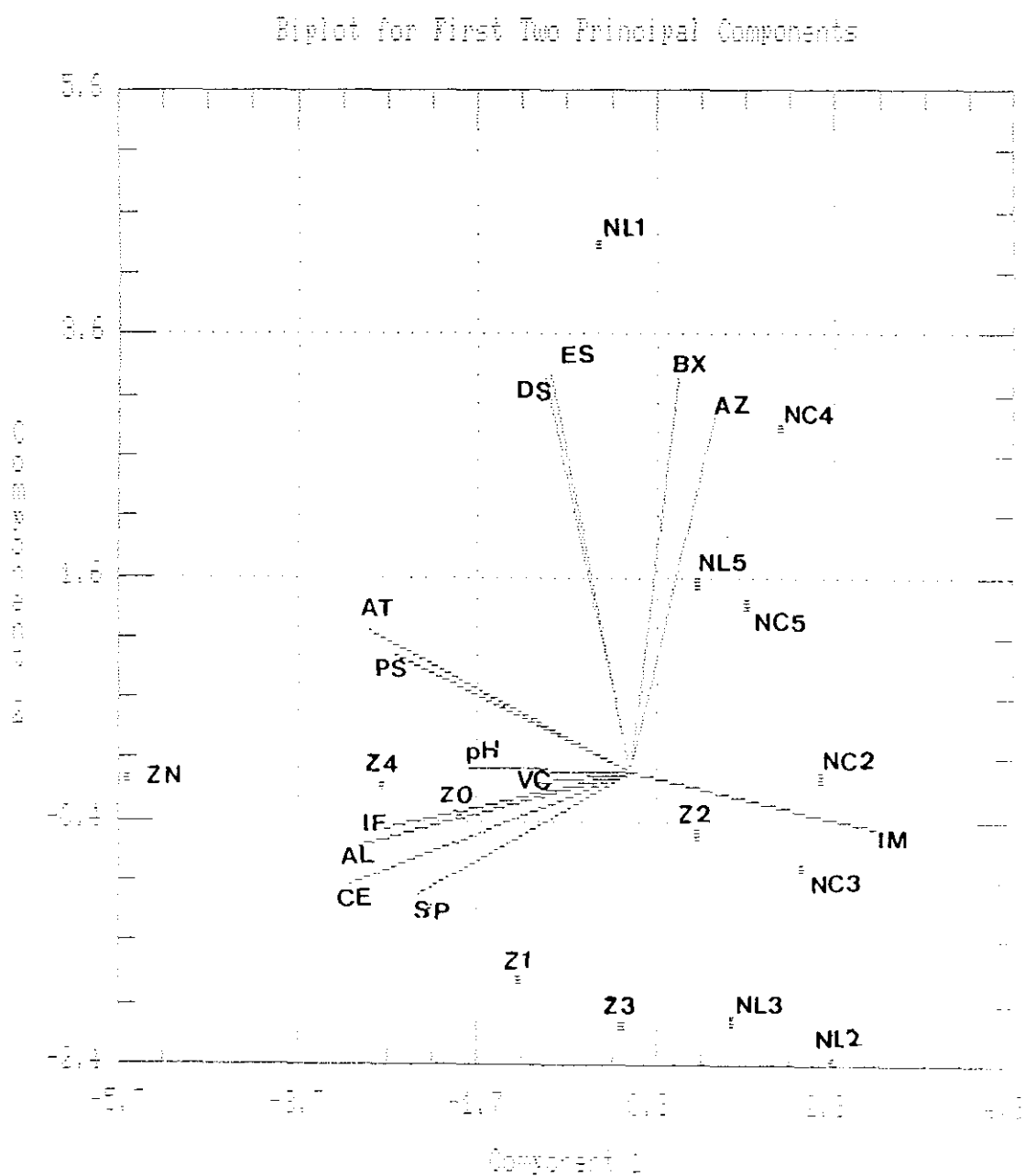
(ES: Extracto seco, DS: Densidad, BX: ºBrix, AZ: Azúcares, AT: Acidez titulable, PS: Pulpa suspendida, pH, VC: Vitamina C, IF: índice de formol, AL: Alcalinidad de cenizas, CE: Cenizas, SP: sustancias pécticas, IM: índice de madurez.)



Gráfica 45.- Proyección de las muestras en el plano. Análisis global.

Gráfica 46.- Superposición de los distintos parámetros y muestras en el plano. Análisis global.

(ES: Extracto seco, DS: Densidad, BX: °Brix, AZ: Azúcares, AT: Acidez titulable, PS: Pulpa suspendida, pH, VC: Vitamina C, IF: índice de formol, AL: Alcalinidad de cenizas, CE: Cenizas, SP: sustancias pécticas, IM: índice de madurez.)



En la Gráfica 44 se puede observar la relación entre parámetros mencionada anteriormente; así las muestras con elevados contenidos en azúcares, °Brix, densidad y extracto seco presentarán valores bajos de pH, vitamina C, índice de formol, alcalinidad, cenizas, y sustancias pécticas.

La situación en el plano de los puntos correspondientes a las distintas muestras, (Gráfica 45) zumo natural, zumos y néctares comerciales, permite diferenciar el grupo formado por los zumos comerciales, más próximos al zumo natural, y los néctares con gran dispersión, especialmente las muestras NL1 y NC4. Entre las muestras NC2 / NL2 y NC3 / NL3, pertenecientes a la misma casa comercial, en distinto sistema de envasado, también se observa dispersión, mientras que las muestras NC5 y NL5 se sitúan en lugares próximos. De esta forma se confirma que las marcas 2 y 3 presentan grandes variaciones en la composición de sus néctares (envasados en vidrio y en metal) mientras que la marca 5, tiene un comportamiento muy homogéneo. (Grafica 45)

La superposición de las Gráficas 44 y 45 (Gráfica 46) muestra que el zumo natural está caracterizado por niveles elevados de acidez y pulpa suspendida y las muestras NL1, NC4, NC5 y NL5 están caracterizadas por presentar elevados contenidos de azúcares.

La Gráfica 46 permite establecer tres grupos de parámetros perfectamente diferenciados:

- Parámetros relacionados con la acidez: pH y pulpa suspendida.
- Parámetros relacionados con el contenido en azúcares: Densidad, extracto seco y °Brix.
- Parámetros relacionados con el contenido mineral: Cenizas, alcalinidad, índice de formol y sustancias pécticas.

En base a estos tres grupos, se ha realizado su estudio particular

incluyendo en cada caso las variables relativas a la composición específica de estas fracciones: azúcares individuales, ácidos orgánicos, macro y microelementos.

Como ya indicamos anteriormente, y debido a su falta de correlación con el resto de los parámetros, el contenido en vitamina C no se considera en la continuación de este estudio.

4.5.1.- Parámetros relacionados con la acidez:

Se ha realizado el análisis de correlaciones considerando los resultados relativos a pH, pulpa suspendida, acidez, ácido cítrico y ácido málico, del zumo natural, zumos comerciales y néctares de piña analizados.

La matriz de correlaciones reflejada en la Tabla 167 , muestra una correlación especialmente elevada entre los valores de pulpa suspendida y ácido málico, siendo algo menores con el ácido cítrico. Esto podría significar que los ácidos orgánicos, al ser compuestos intracelulares, están presentes de manera especial en aquellas muestras con elevados contenidos en pulpa suspendida.

El ácido cítrico muestra correlación elevada con el ácido málico y la acidez.

El pH no muestra correlación significativa con ninguno de los parámetros considerados, por lo que al igual que la vitamina C, no puede ser considerado como parámetro clasificatorio de estos productos.

La aplicación del análisis de componentes principales permite definir un único componente principal,(Tabla 168), que explica el 64% de la variación del sistema, y que consiste en una combinación de todos los parámetros considerados excepto el pH. (Tabla 169).

Tabla 167.- Matrix de correlaciones entre los distintos parámetros considerados. Parámetros relacionados con la acidez.

Sample Correlations					
	PS	Citr	Mal	pH	Acidez
PS	1.0000 (14) .0000				
Citr	.5587 (14) .0378	1.0000 (14) .0000			
Mal	.8838 (14) .0000	.7017 (14) .0052	1.0000 (14) .0000		
pH	.2295 (14) .4292	-.0041 (14) .5889	.3553 (14) .2125	1.0000 (14) .0000	
Acidez	.7548 (14) .0018	.7034 (14) .0051	.7434 (14) .0023	.0774 (14) .7326	1.0000 (14) .0000
<div> <div></div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>					
	Intercept	sample size	significance level		

Tabla 168.- Porcentaje de variación explicada por cada "componente principal". Parámetros relacionados con la acidez.

Principal Components Analysis		
Component Number	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	64.63008	64.63008
2	21.02113	85.65121
3	8.10393	93.75514
4	4.87229	98.62743
5	1.37257	100.00000

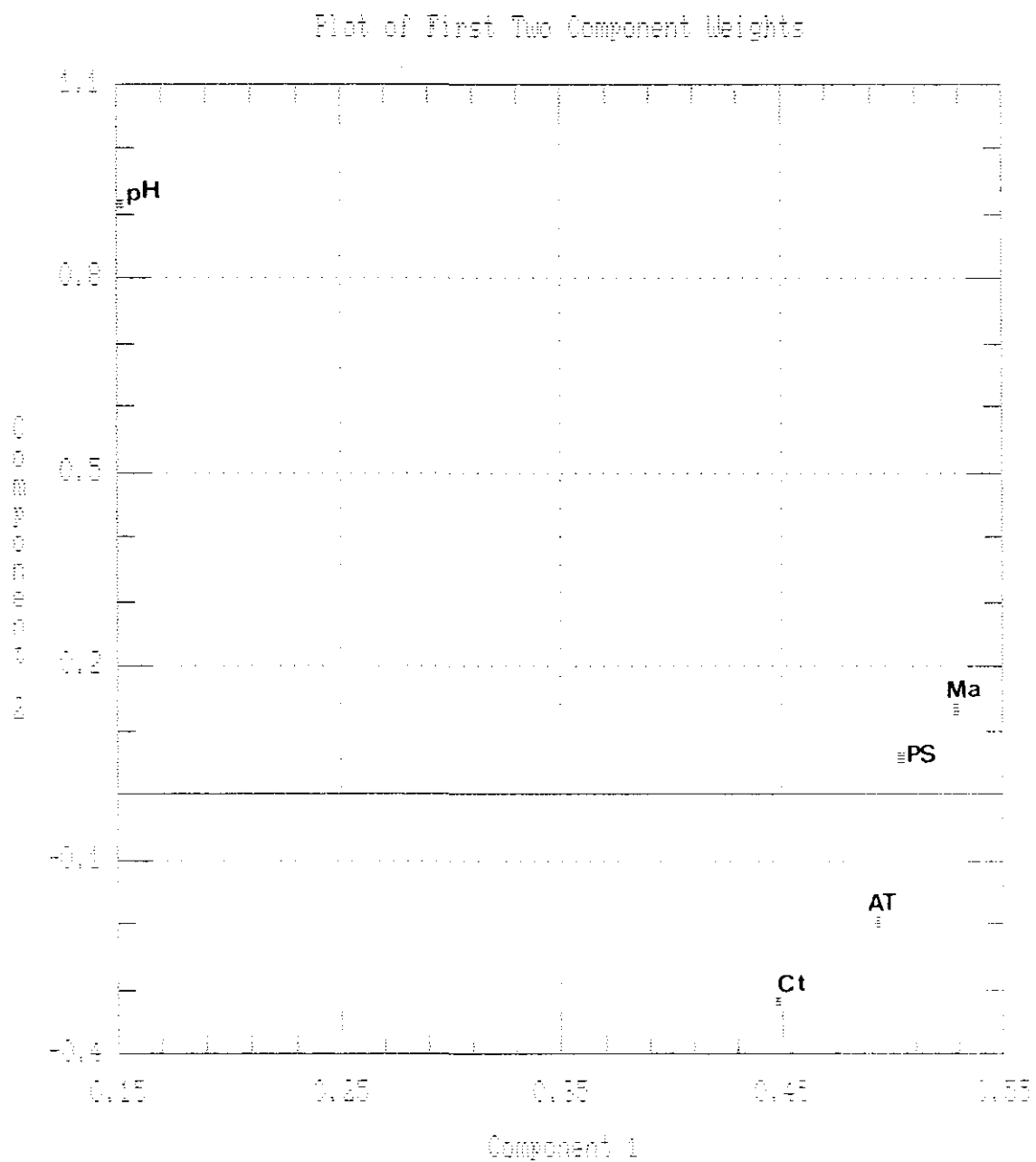
Tabla 169.- Coordenadas de cada variable respecto a los distintos "componentes principales". Parámetros relacionados con la acidez.

Variable: B:\WORKAREA.acidos (length = 5 5)

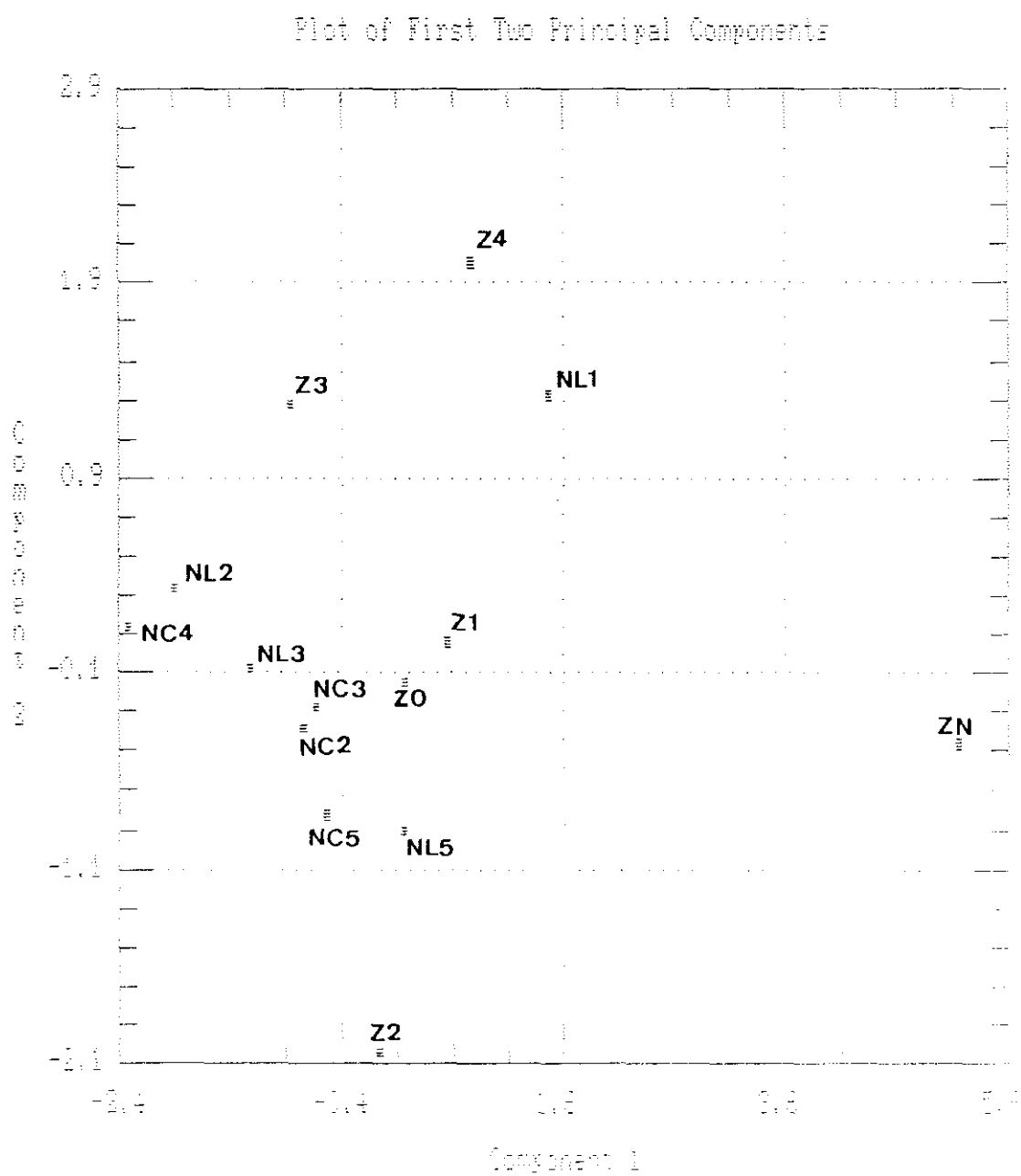
(1,1) 0.447589	(1,2) -0.31779	(1,3) -0.753927	(1,4) -0.204894
(2,1) 0.523768	(2,2) 0.133633	(2,3) 0.0756961	(2,4) -0.396566
(3,1) 0.152371	(3,2) -0.916064	(3,3) -0.286762	(3,4) 0.162559
(4,1) 0.452933	(4,2) -0.196616	(4,3) 0.101814	(4,4) 0.332811
(5,1) 0.503897	(5,2) 0.0571465	(5,3) 0.577291	(5,4) -0.27413

Gráfica 47.- Proyección de los distintos parámetros en el plano.
Parámetros relacionados con la acidez.

(pH, AT: Acidez titulable, Ct: ac.cítrico, Ma: ac.málico, PS: pulpa suspendida).

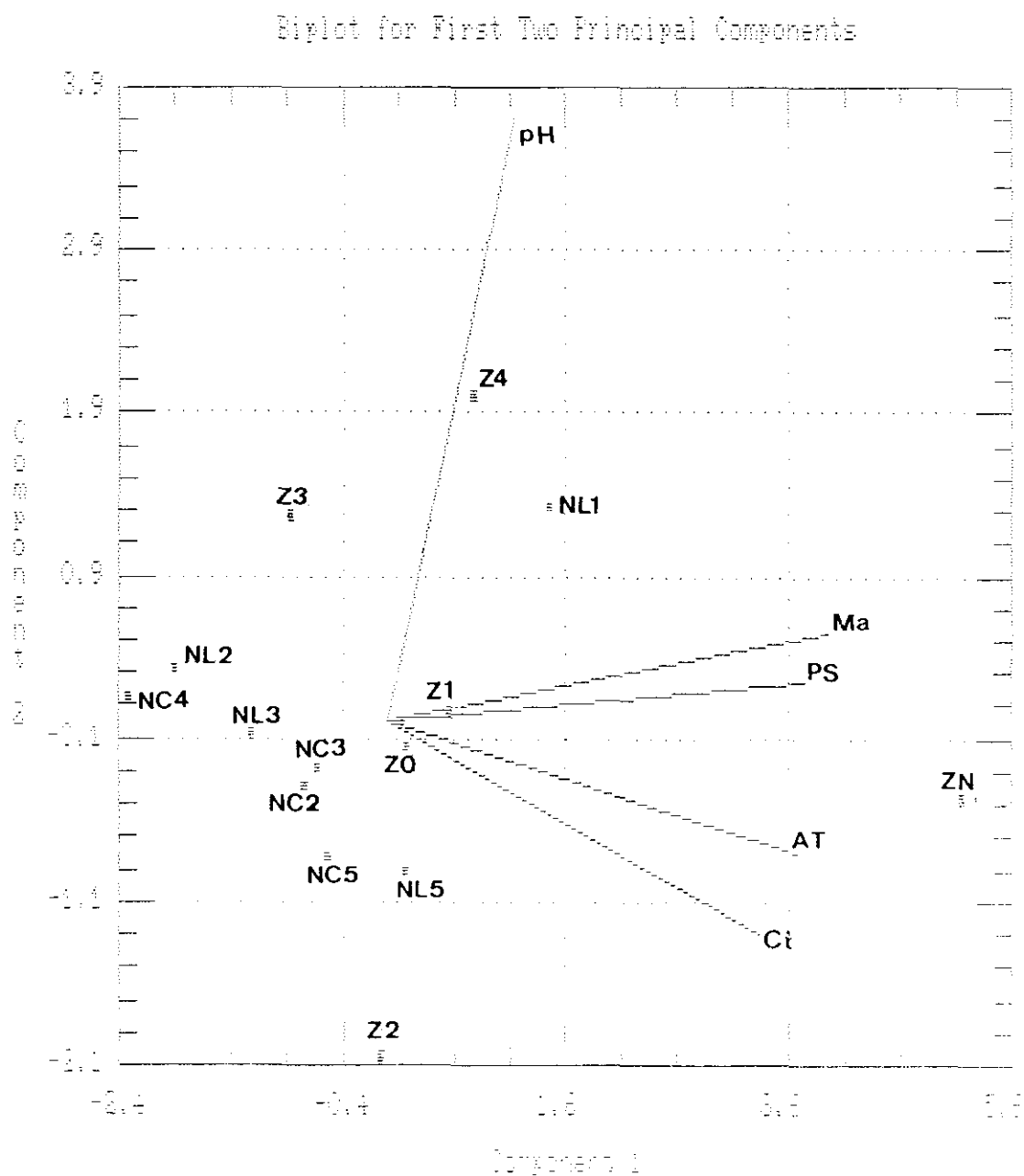


Gráfica 48.— Proyección de las distintas muestras en el plano. Parámetros relacionados con la acidez.



Gráfica 49.- Superposición de los distintos parámetros y muestras en el plano. Parámetros relacionados con la acidez.

(pH, AT: Acidez titulable, Ct: ac.cítrico, Ma: ac.málico, PS: pulpa suspendida).



La proyección en el plano de estos parámetros (Gráfica 47) confirma las correlaciones anteriormente mencionadas.

Al proyectar sobre el plano los puntos correspondientes a las muestras analizadas, (Gráfica 48), se puede diferenciar claramente el zumo natural de las muestras comerciales analizadas, no agrupándose homogéneamente los distintos tipos de producto, zumos y néctares, y quedando especialmente desplazadas las muestras NL1, Z4 y Z2.

Respecto a las variables consideradas los néctares de las marcas 3 y 5 presentan comportamiento homogéneo mientras que los de la marca 2 son más diferentes.

Al superponer las Gráficas 47 y 48 (Gráfica 49) se observa que el zumo natural está caracterizado por elevados contenidos en ácidos y pulpa suspendida, características que durante el proceso de elaboración de derivados deben sufrir alteraciones que ocasionan su pérdida.

4.5.2.- Parámetros relacionados con el contenido en azúcares.

Además de los resultados relativos a la densidad, extracto seco, °Brix , y contenido en azúcares totales se han considerado los resultados correspondientes a la fructosa, glucosa y sacarosa como azúcares característicos del zumo natural de piña, realizándose el análisis de correlaciones.

Los valores relativos al contenido en maltosa no se han considerado, ya que constituyen por si solos un parámetro clasificatorio de néctares puesto que su presencia indica la adición de azúcares al derivado, cosa que no está permitida en los zumos.

La matriz de correlaciones obtenida, (Tabla 170), muestra que existen elevadas correlaciones significativas y positivas entre todos los parámetros excepto en el caso de la sacarosa en que estas correlaciones son negativas.

Estas relaciones quedan reflejadas en un sólo componente principal, que explica el 81% de la variación, (Tabla 171), y está formado por una combinación lineal de todos los parámetros considerados en las mismas proporciones, (Tabla 172).

Sample Correlations						
	Densidad	ES	Brix	Fruct	Gluc	Sac
Densidad	1.0000 (14) .0000					
ES	.9945 (14) .0000	1.0000 (14) .0000				
Brix	.8625 (14) .0001	.8643 (14) .0000	1.0000 (14) .0000			
Fruct	.6813 (14) .0073	.8531 (14) .0113	.7363 (14) .0027	1.0000 (14) .0000		
Gluc	.6856 (14) .0058	.6856 (14) .0058	.6882 (14) .0002	.9390 (14) .0000	1.0000 (14) .0000	
Sac	-.6102 (14) .0267	-.6182 (14) .0183	-.7919 (14) .0007	-.8361 (14) .0012	-.9219 (14) .0000	1.0000 (14) .0000
Acidazures	.6661 (14) .0107	.6437 (14) .0134	.7405 (14) .0095	.6244 (14) .0112	.6176 (14) .0004	-.7147 (14) .0147

Tabla 171.- Porcentaje de variación explicada por cada "componente principal". Parámetros relacionados con el contenido de azúcares.

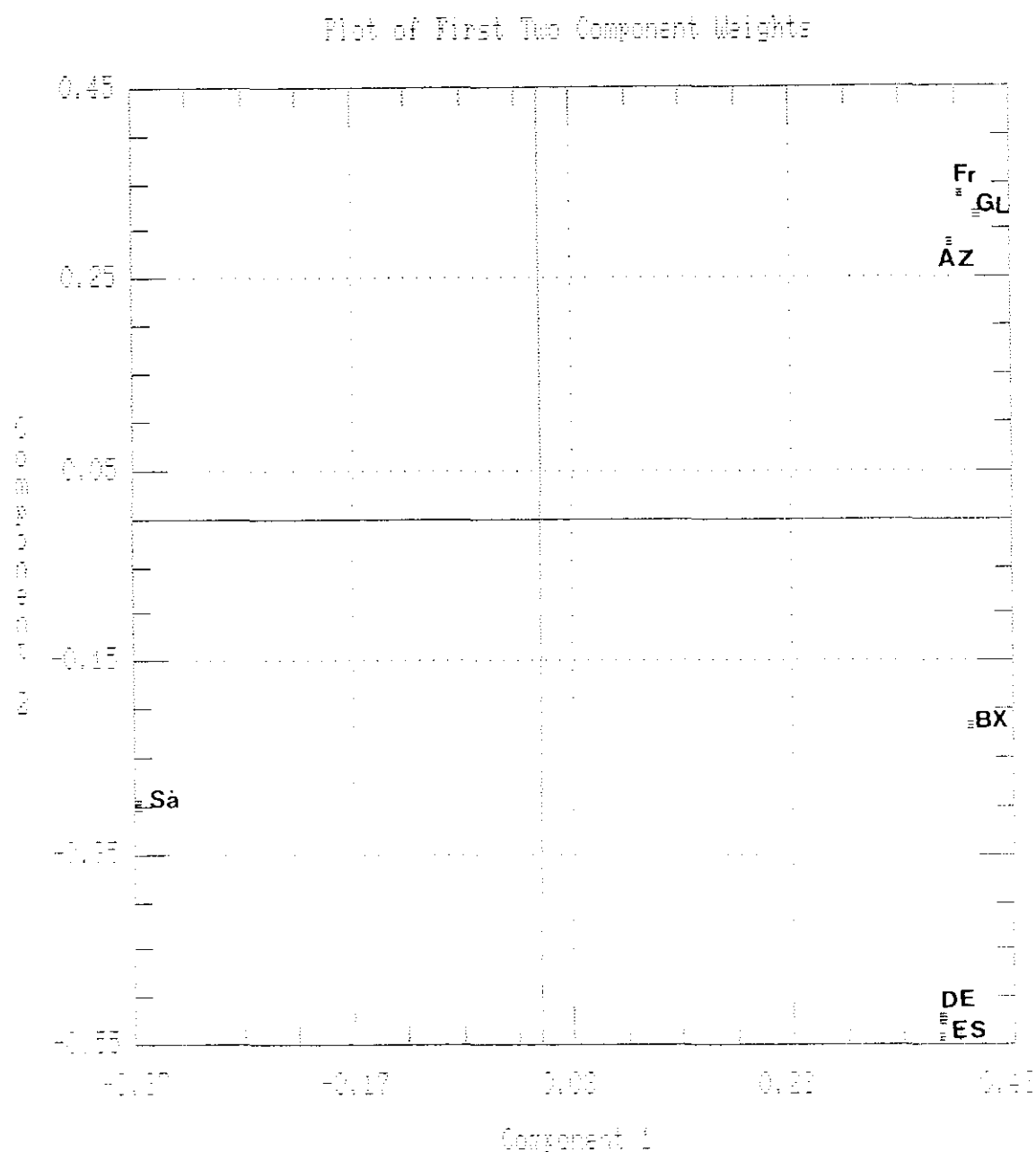
Principal Components Analysis		
Component Number	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	81.11392	81.11392
2	11.76184	92.87576
3	4.66916	97.54492
4	1.94240	99.48732
5	.48779	99.97511
6	.04884	99.97395
7	.02605	100.00000

Tabla 172.- Coordenadas de participación de cada variable en los distintos "componentes principales". Parámetros relacionados con el contenido en azúcares.

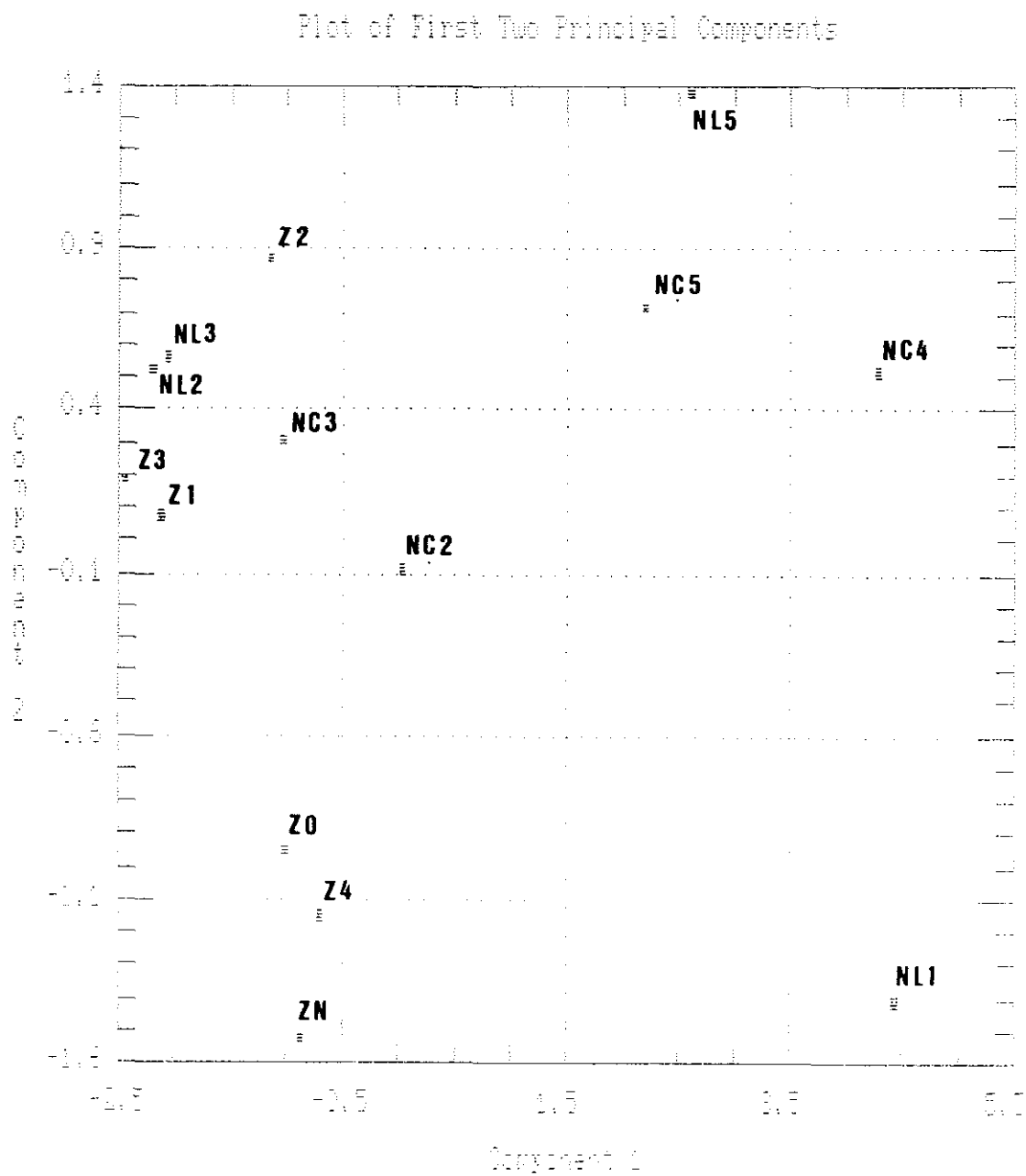
variables: \$1=03%Árriba,azúcares >length = 7				
1	2	3	4	5
1.1 0.36468	1.2 -0.56298	1.3 0.1156	1.4 -0.322615	
2.1 0.16168	2.2 -0.34181	2.3 0.2375166	2.4 -0.149595	
3.1 0.39035	3.2 -0.117301	3.3 -0.34915	3.4 0.696304	
4.1 0.30450	4.2 0.31870	4.3 0.270512	4.4 -0.4944	
5.1 0.06510	5.2 0.10750	5.3 -0.150314	5.4 0.380326	
6.1 0.005937	6.2 -0.0033	6.3 0.70152	6.4 0.111921	
7.1 0.004612	7.2 0.249141	7.3 0.351201	7.4 0.13877	

Gráfica 50.- Proyección de los distintos parámetros en el plano.**Parámetros relacionados con el contenido en azúcares.**

(AZ: Azúcares totales, Fr: Fructosa, Gl: Glucosa, Sa: Sacarosa, BX: ϕ Brix, DE: Densidad, ES: Extracto seco).

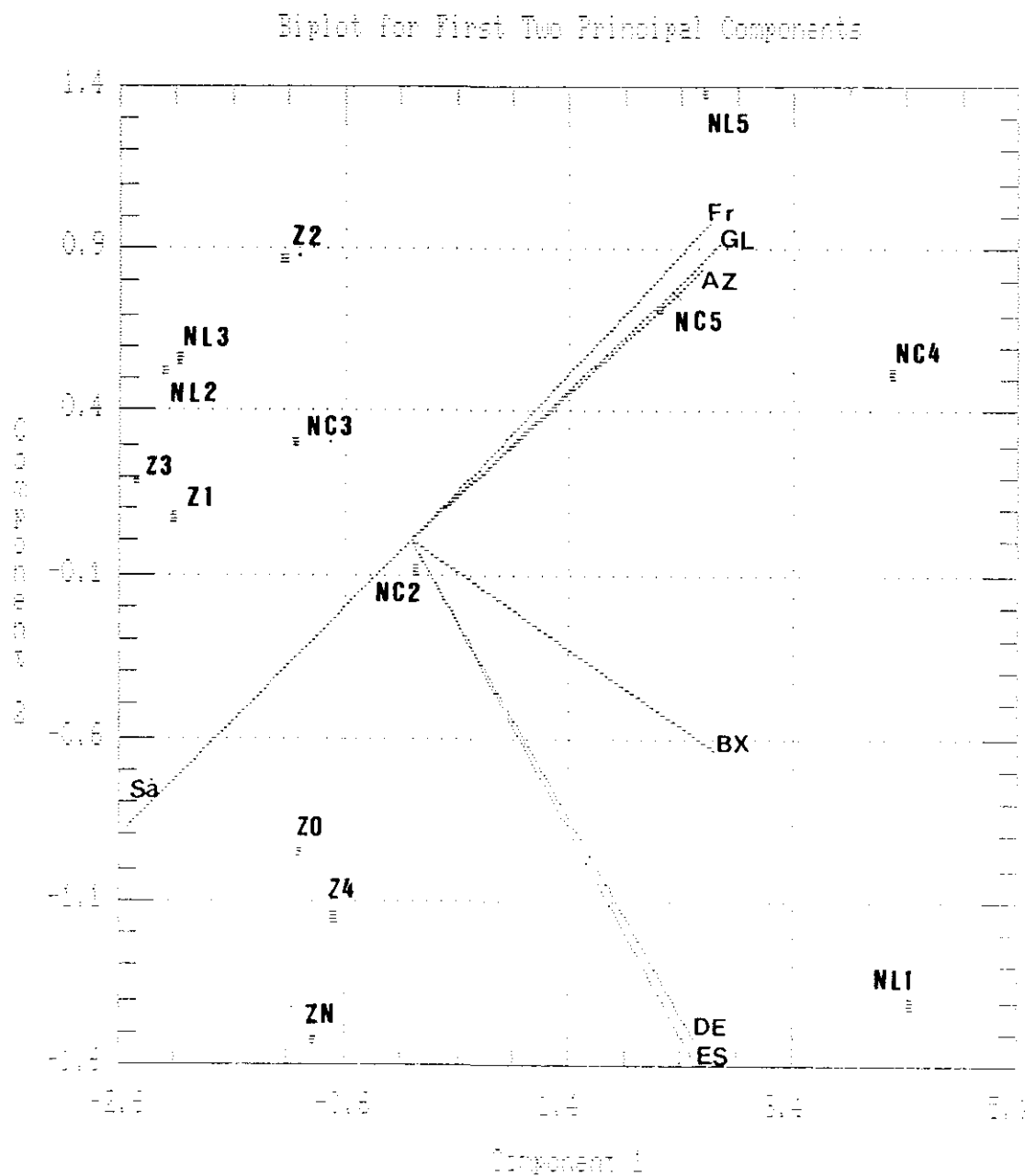


Gráfica 51.- Proyección de las distintas muestras en el plano. Parámetros relacionados con el contenido en azúcares.



Gráfica 52.- Superposición de los distintos parámetros y muestras en el plano. Parámetros relacionados con el contenido en azúcares.

(AZ: Azúcares totales, Fr: Fructosa, Gl: Glucosa, Sa: Sacarosa, BX: °Brix, DE: Densidad, ES: Extracto seco).



La proyección en el plano de estos parámetros permite su agrupación (Gráfica 50).

Al proyectar los puntos correspondientes a las distintas muestras analizadas, (Gráfica 51), se observa que las muestras Z0 y Z4 están muy próximas al ZN, quedando desclasificadas la muestra Z2, incluida en los néctares y NL1 y NC4, al igual que en el caso anterior separadas del resto.

Respecto a estos parámetros, tanto las marcas 2 y 3 como la 5 presentan variación en cuanto a la distribución de sus productos en el plano.

La superposición de las Gráficas 50 y 51 (Gráfica 52) permite establecer que el zumo natural esta caracterizado por niveles elevados de sacarosa, inversamente proporcionales a la fructosa y glucosa, densidad y extracto seco, características que se reflejan en las muestras Z0 y Z4.

4.5.3.— Parámetros relacionados con el contenido mineral.

El análisis general de componentes realizado anteriormente, permitió agrupar una serie de parámetros con comportamiento similar al del contenido mineral; además de ellos hemos incluido los distintos elementos minerales analizados con el fin de obtener una mayor información sobre las muestras problema.

Para establecer sus posibles relaciones, como base para el análisis de componentes principales más específico de esta fracción se ha realizado su estudio de correlaciones que queda reflejado en la Tabla 173

El índice de formol presenta correlaciones significativas con el contenido en cenizas y alcalinidad, debido a sus relaciones con el K, Mg, P, Cu y Zn.

La correlación elevada del contenido en cenizas con su alcalinidad es debida a los elementos: K, Ca, Mg, P, Cu y Zn.

El potasio además de las relaciones anteriormente mencionadas con las cenizas y alcalinidad está muy relacionado con : Ca, Mg, P, Cu, Mn y Zn.

El calcio además de las citadas, con Mg, P, Cu, Mn, Zn y alcalinidad; el Mg con P y Cu; y el P con Mn, Zn y alcalinidad.

Ni el sodio, ni el hierro, ni las sustancias pécticas presentan correlaciones significativas con ninguno de los parámetros evaluados; por ello los valores relativos al contenido en sustancias pécticas no han sido considerados para el estudio de componentes principales.

Estos parámetros por tanto no pueden ser considerados como índices clasificatorios de los derivados de piña.

La aplicación del análisis de componentes principales permite definir un sólo componente que explica el 64% de la variación,(Tabla 174), formado por una combinación lineal de todos los parámetros considerados excepto el Fe y el Na.

Tabla 173.- Matrix de correlaciones entre parámetros relacionados con el contenido mineral.

	Indice	Elaboración de la muestra										Sust.	
	Formol	Cenizas	Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn	pecticas	Alcalin.
I. Formol	1. 0000 (14) 0. 0000												
Cenizas	0. 7505 (14) 0. 0020	1. 0000 (14) 0. 0000											
Na	- 0. 4227 (14) 0. 1321	- 0. 499 (14) 0. 8656	1. 0000 (14) 0. 0000										
K	0. 8491 (14) 0. 0001	0. 9588 (14) 0. 0000	- 0. 2627 (14) 0. 3642	1. 0000 (14) 0. 0000									
Ca	0. 5206 (14) 0. 0563	0. 7338 (14) 0. 0028	- 0. 0237 (14) 0. 9359	0. 6794 (14) 0. 0075	1. 0000 (14) 0. 0000								
Mg	0. 6673 (14) 0. 0091	0. 9243 (14) 0. 0000	- 0. 1789 (14) 0. 5407	0. 9120 (14) 0. 0000	0. 8405 (14) 0. 0002	1. 0000 (14) 0. 0000							
P	0. 8955 (14) 0. 0000	0. 7889 (14) 0. 0008	- 0. 3556 (14) 0. 2122	0. 8830 (14) 0. 0000	0. 6288 (14) 0. 0160	0. 7621 (14) 0. 0015	1. 0000 (14) 0. 0000						
Cu	0. 9018 (14) 0. 0000	0. 8453 (14) 0. 0001	0. 8453 (14) 0. 0001	0. 9212 (14) 0. 0000	0. 6493 (14) 0. 0120	0. 8010 (14) 0. 0006		1. 0000 (14) 0. 0000					
Fe	0. 1052 (14) 0. 7204	0. 3410 (14) 0. 2328	0. 3307 (14) 0. 2481	0. 1674 (14) 0. 5673	0. 1095 (14) 0. 7093	0. 1964 (14) 0. 5009	- 0. 0887 (14) 0. 7630	0. 0319 (14) 0. 9138	1. 0000 (14) 0. 0000				
Mn	0. 4707 (14) 0. 0894	0. 5078 (14) 0. 0638	- 0. 1742 (14) 0. 5515	0. 5489 (14) 0. 0421	0. 6764 (14) 0. 0079	0. 6937 (14) 0. 0059	0. 5905 (14) 0. 0262	0. 4455 (14) 0. 1104	0. 0354 (14) 0. 9043	1. 0000 (14) 0. 0000			
Zn	0. 8792 (14) 0. 0000	0. 7213 (14) 0. 0036	- 0. 3926 (14) 0. 1650	0. 8298 (14) 0. 0002	0. 5538 (14) 0. 0399	0. 6927 (14) 0. 0060	0. 8434 (14) 0. 0002	0. 9371 (14) 0. 0000	- 0. 0790 (14) 0. 7883	0. 4989 (14) 0. 0693	1. 0000 (14) 0. 0000		
S. pect.	0. 2660 (14) 0. 3581	0. 5237 (14) 0. 0546	- 0. 0272 (14) 0. 9265	0. 4939 (14) 0. 0726	0. 1179 (14) 0. 4332	0. 5078 (14) 0. 0638	0. 1864 (14) 0. 5234	0. 3706 (14) 0. 1920	0. 1004 (14) 0. 7328	- 0. 0978 (14) 0. 7394	0. 2157 (14) 0. 4589	1. 0000 (14) 0. 0000	
Alcalin.	0. 6480 (14) 0. 0122	0. 9260 (14) 0. 0000	0. 0198 (14) 0. 9464	0. 9004 (14) 0. 0000	0. 5470 (14) 0. 0429	0. 8111 (14) 0. 0004	0. 6452 (14) 0. 0127	0. 7411 (14) 0. 0024	0. 3446 (14) 0. 2276	0. 3358 (14) 0. 2404	0. 6195 (14) 0. 0181	0. 6083 (14) 0. 0210	1. 0000 (14) 0. 0000

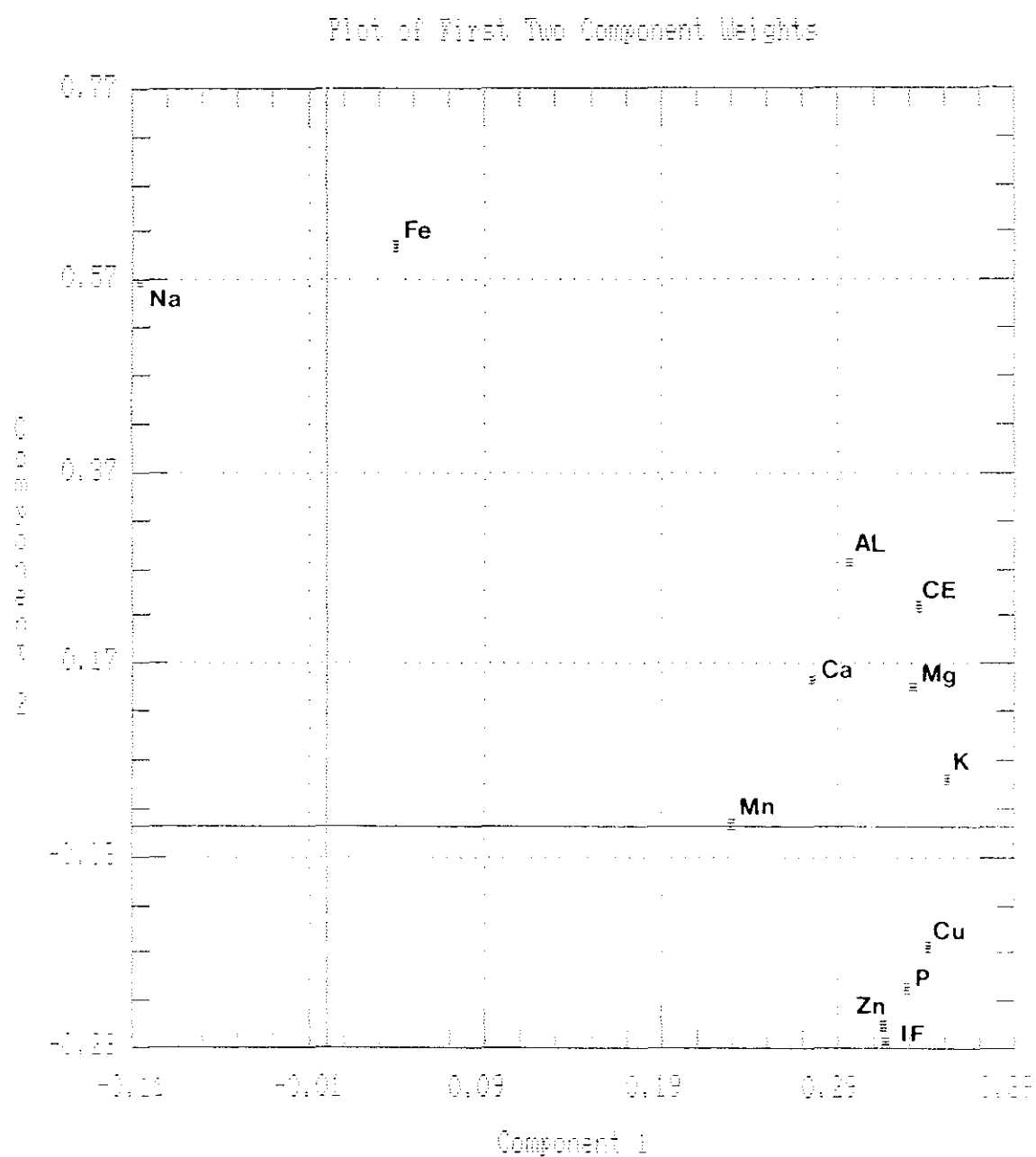
Tabla 174.- Porcentaje de variación explicada por cada "componente principal". Parámetros relacionados con el contenido mineral.

Principal Components Analysis		
Component Number	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	64.57615	64.57615
2	14.73476	79.31091
3	7.96081	87.27172
4	5.03576	92.30748
5	2.91291	95.22039
6	2.27801	97.49840
7	1.28444	98.78284
8	.78588	99.56871
9	.30518	99.87389
10	.09173	99.96562
11	.01914	99.98476
12	.01524	100.00000

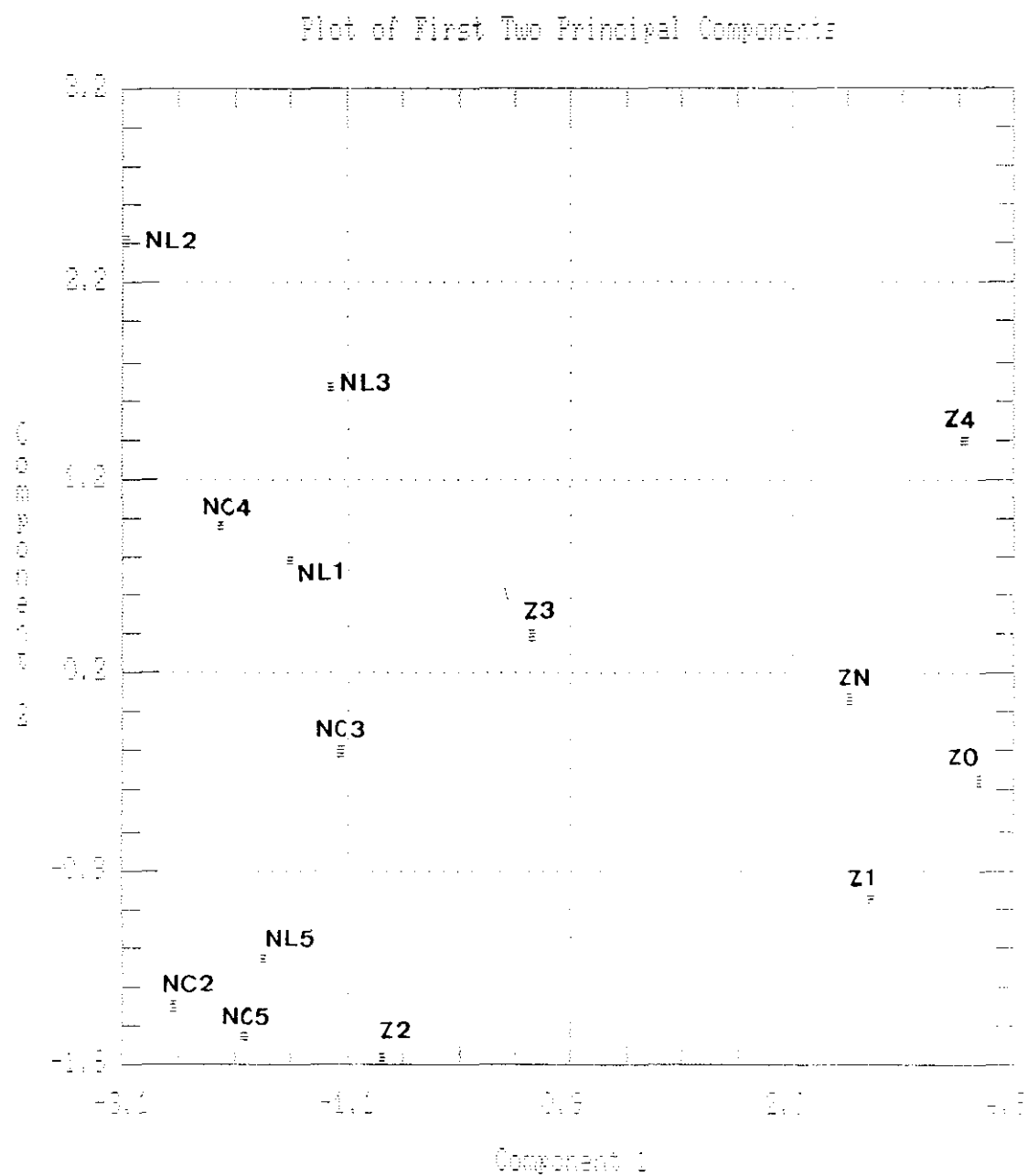
Tabla 175.- Coordenadas de participación de cada variable en los distintos "componentes principales". Parámetros relacionados con el contenido mineral.

variable: 54.07043224,elemineral (length = 12 12)			
1. 1	0.316413	1. 2	-0.324024
1. 2	0.333153	2. 2	0.230322
3. 1	-0.105129	3. 2	0.557115
4. 1	0.350116	4. 2	0.0504516
5. 1	0.273113	5. 2	0.152107
6. 1	0.333248	6. 2	0.148046
7. 1	0.32889	7. 2	-0.123857
8. 1	0.341432	8. 2	-0.123398
9. 1	0.009137	9. 2	0.003938
10. 1	0.228416	10. 2	0.000995E-3
11. 1	0.315129	11. 2	-0.268454
12. 1	0.298836	12. 2	0.274506

Gráfica 53.- Proyección de los distintintos parámetros en el plano.
Parámetros relacionados con el contenido mineral.
(CE: Cenizas, AL: Alcalinidad)

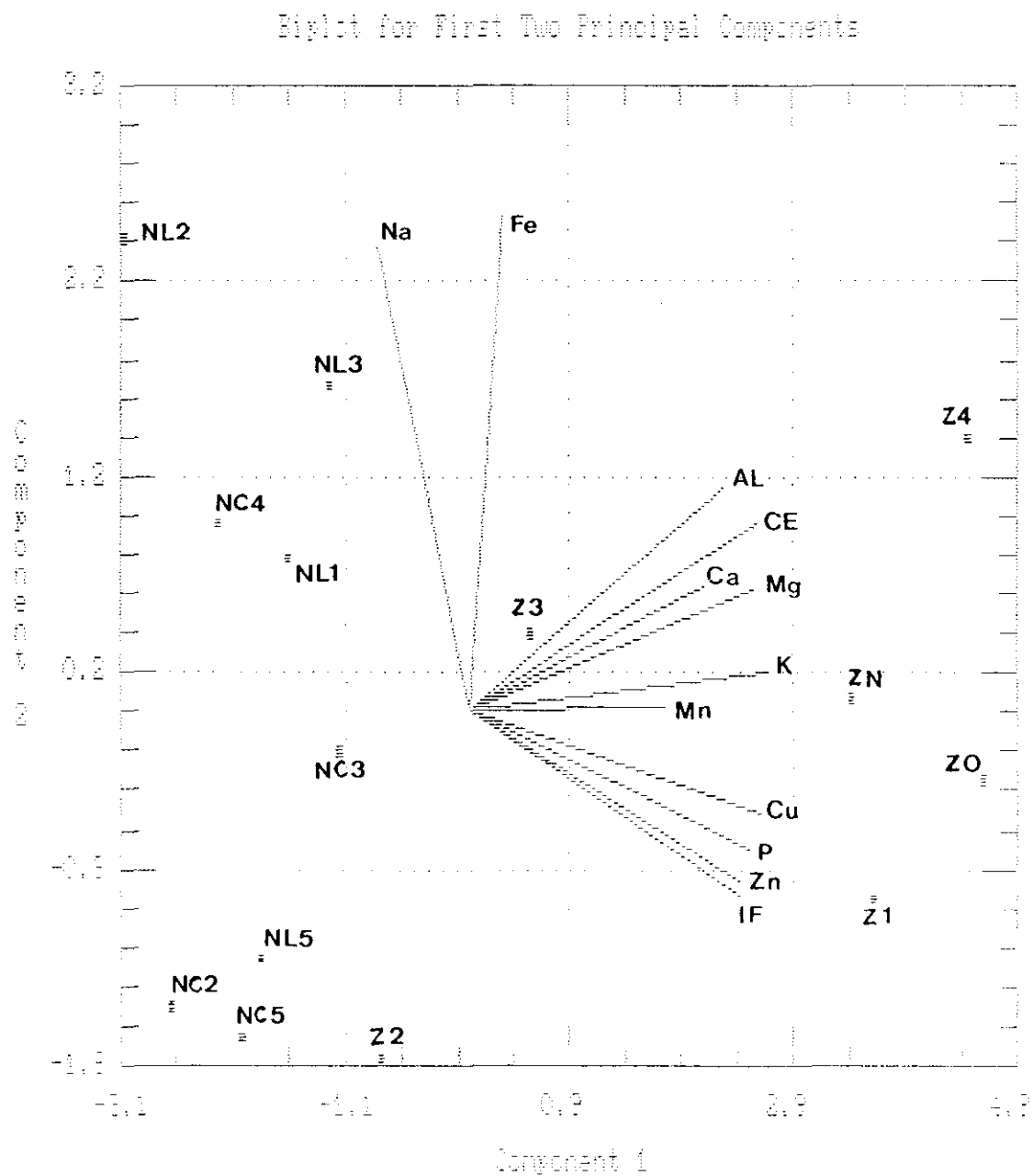


Gráfica 54.- Proyección de las distintas muestras en el plano. Parámetros relacionados con el contenido mineral.



Gráfica 55.- Superposición de los distintos parámetros y muestras en el plano. Parámetros relacionados con el contenido mineral.

(CE: Cenizas, AL: Alcalinidad)



Las relaciones entre los distintos parámetros se muestran gráficamente en la Gráfica 53.

Así, existe un grupo formado por el contenido en cenizas, alcalinidad, Mg y K; otro por Cu, P, Zn e índice de formol; y el Mn, Fe y Na con comportamiento más independiente, especialmente los dos últimos.

La proyección de los puntos correspondientes a las muestras analizadas, (Gráfica 54), establece dos grupos bien diferenciados; todos los zumos comerciales se sitúan alrededor del zumo natural, excepto, nuevamente, la muestra Z2 que se sitúa más cerca de los néctares.

Las diferencias entre los néctares de las marcas 2 y 3 son, en este caso, mucho más acusadas, situándose los envasados en lata de las marcas 2 y 3 cerca de las líneas correspondientes al Na y Fe.

La muestra 5 presenta un comportamiento muy homogéneo.

La proyección conjunta de las Gráficas 53 y 54 (Gráfica 55) permite establecer los contenidos en cenizas, alcalinidad, Mg K, y Ca como clasificatorios de zumos de piña en referencia al zumo natural.

5.- CONCLUSIONES

De todo el estudio encaminado a caracterizar los zumos y néctares de piña se deducen las siguientes conclusiones:

A) En cuanto a metodología:

- 1.- En la determinación del extracto seco de los derivados de piña por distintos métodos: Evaporación, utilizando tablas a partir de la densidad y $\text{O}^\circ\text{Brix}$, el método de evaporación ha dado los coeficientes de variación más elevados. Dado que los $\text{O}^\circ\text{Brix}$ tienen importancia específica en este tipo de productos, los resultados correspondientes a este parámetro no se han considerado como tal extracto seco, por tener entidad propia.

De los otros dos métodos, se han escogido los resultados correspondientes al extracto seco obtenido a partir de la densidad para la aplicación de los estudios estadísticos, por considerar estos datos más fiables.

- 2.- De los métodos utilizados en la determinación de azúcares solubles: Método colorimétrico de la antrona y cromatografía líquida de alta eficacia, el primero ha dado coeficientes de variación más elevados y menores coeficientes de correlación con los distintos azúcares. Por el contrario, los resultados correspondientes a la cromatografía líquida presentaron bajos coeficientes de variación y altos coeficientes de correlación con los azúcares.

Por todo ello consideramos que el método colorimétrico de la antrona tiene utilidad en análisis de rutina pero no para caracterizar la fracción de azúcares solubles de estos productos que debería realizarse por técnicas cromatográficas.

- 3.- La aplicación de los métodos cromatográficos a la determinación de ácidos orgánicos y azúcares solubles en derivados de piña, es de gran interés por la valiosa información que proporcionan. Ya que permiten caracterizar correctamente los productos estudiados mediante la aplicación de test de pureza, por comparación de los perfiles cromatográficos obtenidos con los correspondientes a muestras naturales de referencia, dado que la adición de ácidos o azúcares induciría la presencia de impurezas fácilmente detectables.

B) En relación a las características fisicoquímicas y composición de la piña y sus derivados:

- 4.- Al comparar los zumos y néctares comerciales con el zumo natural de piña se han encontrado contenidos menores de densidad, extracto seco y pulpa suspendida en los productos industriales; respecto a los °Brix los zumos comerciales presentan valores similares a los del zumo natural y los néctares algo superiores.
- 5.- Si tenemos en cuenta los valores mínimos que las distintas normas establecen para los °Brix, podemos resaltar que:
- Respecto a la REGLAMENTACION ESPAÑOLA y el CODEX ALIMENTARIUS, que fijan un valor mínimo para zumos de 10°Brix, todos nuestros zumos lo cumplen.
 - Respecto a los valores indicados por el Codex Alimentarius para zumos obtenidos a partir de concentrados, de 13.5 °Brix, no lo cumplen ninguno de nuestros zumos.
- 6.- Los resultados de pH de los productos naturales y de los zumos y néctares comerciales son muy similares entre sí, con valores entre 2.98 y 4.36 para los zumos, y entre 2.95 y 3.92 para los néctares. No obstante el pH no es un parámetro útil en la caracterización de

zumos y néctares ya que es fácilmente modificable durante el proceso de elaboración.

- 7.- Los ácidos cítrico y málico son los ácidos orgánicos mayoritarios tanto en la piña como en sus derivados. Entre los minoritarios se han detectado oxálico, quínico y succínico. La relación entre el ácido cítrico y el ácido málico, próxima a dos, encontrada en los diferentes tipos de muestras analizadas (excepto en las correspondientes a la marca 2 y al néctar de la marca 1), puede servir como índice para caracterizar lo zumos y néctares de piña.
- 8.- En relación con los azúcares solubles en piña y zumos, la sacarosa es el que aparece en mayor proporción, seguido de fructosa y glucosa en concentraciones similares. En los néctares, los contenidos de estos azúcares son muy variables, encontrándose además, en la mayoría de ellos, maltosa como impureza que acompaña a los azúcares adicionados.

Las relaciones fructosa / glucosa y (fructosa + glucosa) / sacarosa, encontradas en las muestras naturales y zumos comerciales, son próximas a la unidad, pudiendo servir como índice de calidad para zumos, pero no para néctares.
- 9.- La vitamina C aparece en los distintos productos analizados en cantidades variables. Los elevados contenidos de algunas muestras son indicativos de su adición como antioxidante o de su enriquecimiento.
- 10.- En cuanto al contenido mineral, el K destaca como elemento mayoritario, al ser característico de las frutas, aunque en concentraciones variables, generalmente menores en los derivados comerciales, que en el zumo natural. Este elemento puede considerarse útil en la determinación de la riqueza en zumo de los productos comerciales.

11.- Podemos considerar el índice de formol como indicativo de calidad ya que da idea del contenido en aminoácidos libres.

Los resultados experimentales correspondientes a los zumos comerciales son muy similares a los del zumo natural, excepto en el zumo Z3 en el que es muy inferior; los néctares presentan valores de índice de formol menores que los del zumo natural, cumpliendo únicamente las proporciones del 40 o 50% de zumo mínimo indicado en el envase, las muestras de las marcas comerciales 1 y 5.

Estos bajos niveles de índice de formol encontrados en la mayoría de los néctares pueden ser consecuencia de un bajo porcentaje de zumo inicial o de alteraciones sufridas durante su proceso de elaboración o almacenamiento.

12.- Los valores de índice de madurez (°Brix / acidez) considerado como parámetro orientativo del sabor son más elevados en los zumos y néctares, especialmente en estos últimos, que en el zumo natural; ésto es debido tanto a la influencia de los azúcares añadidos en el caso de los néctares, como a la menor acidez que presentan todos los derivados estudiados.

13.- Los datos relativos al contenido en furfural, son muy variables y similares en zumos y néctares; considerando que los néctares contienen entre un 40 - 50% de zumo, los niveles de furfural encontrados indican alteraciones (debidas a pardeamientos) favorecidas por el mayor porcentaje de azúcares que presentan estas muestras.

14.- El SO_2 se ha encontrado en algunas muestras de zumos y en todos los néctares en cantidades superiores a lo señalado en la legislación.

Aquellas muestras con mayor contenido en SO_2 también presentan los valores más elevados de vitamina C, como son las muestras Z0 y NC4.

C) Influencia del lote.

15.- De los resultados obtenidos al aplicar la tabla de ADEVA con un factor, se han escogido para su comentario aquellos parámetros que presentan comportamiento característico:

a) La densidad e índice de madurez no varían en ninguna de las muestras consideradas, al contrario de lo que ocurre con el extracto seco determinado por evaporación y los azúcares por antrona; las variaciones de los resultados obtenidos para estos parámetros pueden deberse a los métodos empleados.

b) Al considerar los distintos azúcares analizados únicamente se han encontrado variaciones significativas en los niveles de sacarosa en la mayoría de las muestras analizadas. La muestra NL5 constituye una excepción variando significativamente su contenido en los distintos azúcares.

c) Los distintos ácidos orgánicos analizados, así como los valores de acidez titulable, muestran comportamiento muy variable en los zumos y estable en los néctares.

d) El contenido en sustancias pécticas varía significativamente en todos los lotes de los zumos analizados, excepto en Z3, mientras que en los néctares no hay variación.

e) El contenido en cenizas totales varía en todas las muestras consideradas excepto en Z2 y en los néctares de las marcas 4 y 5.

El K como elemento mayoritario no varía en la mayoría de las muestras, confirmándose así su posible utilización como índice de calidad. En los néctares el alto contenido de Na puede indicar la adición de sales sódicas.

f) Al comparar el comportamiento de las distintas muestras analizadas respecto a la variación de su composición, debida a la influencia del lote de fabricación, podemos seleccionar el zumo Z3 y néctar NL1 como los más estables, no mostrando variación significativa en la mayoría de los parámetros evaluados.

D) Influencia del envase.

16.- La aplicación de la tabla de ADEVA, con dos factores, a los resultados experimentales de los néctares 2, 3 y 5, permite concluir que únicamente los contenidos de azúcar e índice de madurez, así como los parámetros relativos al color no sufren variación significativa en ninguno de los néctares debido al distinto sistema de envasado.

Al evaluar comparativamente las marcas 2, 3 y 5, tanto la marca 2 como la 3 sufren variación significativa de su composición debida al sistema de envasado utilizado, al contrario de lo que ocurre en la marca 5, en la que únicamente varían los contenidos de sacarosa y ácido cítrico; por ello podemos seleccionar a esta marca 5 como la más estable en su composición, con escasa influencia del sistema de envasado.

E) Influencia del tiempo de almacenamiento.

17.- Los parámetros más afectados por el tiempo de almacenamiento son: densidad, extracto seco por evaporación, cenizas, sustancias

pécticas y vitamina C, destacando la disminución drástica de la vitamina C por debajo de los niveles requeridos para su denominación como producto enriquecido. Se observan asimismo variaciones significativas del contenido en SO_2 .

F) Caracterización global de zumos y néctares de piña.

La aplicación del análisis de componentes principales, basado en el estudio de correlaciones, permite la clasificación de las muestras y el establecimiento de parámetros útiles para la caracterización de estos productos.

18.- Clasificación de las muestras: Podemos considerar el zumo Z0 como aquel cuyo comportamiento es más similar al del zumo natural tomado como referencia; destacando el comportamiento muy diferente del zumo Z2, que se asemeja más al de los néctares.

En cuanto a estos últimos se confirmaban las grandes variaciones entre las distintas muestras de las marcas comerciales 2 y 3, especialmente en el contenido mineral; y el comportamiento más homogéneo de la marca 5. La muestra NL1 destaca por su comportamiento independiente para la mayoría de los parámetros evaluados.

19.- Establecimiento de parámetros no útiles en la caracterización de zumos y néctares: Podemos considerar los contenidos en vitamina C, pH, sustancias pécticas, Na y Fe como parámetros no útiles en la caracterización de estos derivados.

20.- Parámetros útiles en test de pureza: Podemos considerar la relación $\text{Citríco} / \text{málico} = 2$ y la correlación $\text{pulpa suspendida} / \text{málico}$, como característicos del zumo natural, pudiendo considerarse

como datos de referencia en test de pureza.

21.- Parámetros útiles en el control de calidad: Los diversos estudios estadísticos aplicados confirman las relaciones entre parámetros que permiten establecer los siguientes índices de calidad:

- Cítrico / málico = 2
- Fructosa / glucosa = 1
- (Fructosa + glucosa) / sacarosa = 1

Esta última para los zumos exclusivamente.

Por todo ello, para la caracterización de estos productos, se recomienda el análisis específico de la fracción azucarada y contenido en ácidos.

6.- BIBLIOGRAFIA

- ADRIAN, J y FRANGUE, R. (1990) "La Ciencia de los Alimentos de la A a la Z". Ed. Acribia. S.A. Zaragoza.
- AGUADO, M.A. y IBARZ, A. (1988) "Variación de la densidad de un zumo de manzana con la temperatura y la concentración". Alimentación equipos y tecnología, 7, (2), 209-216.
- ANTOLIN MATE, M. y LUGAR ABRIL, L. (1984) "Análisis de ácidos orgánicos en zumos de frutas y vinos por CCF y HPLC". Alimentaria, 155, 27-31.
- A.O.A.C. (1984). "Official methods of the Association of Official Analytical chemist. Ed. Kenneth Helrich, Washington.
- A.O.A.C. (1990). 15th ed. Association of Official Analytical chemist. Ed. Kenneth Helrich, Arlington.
- APV (s.a) "Fruit juice processing" Process Information Publication. West Sussex.
- ARISTOY, M.C.; ORLANDO, L.; NAVARRO, J.L.; SENDRA, J.N. E IZQUIERDO, L. (1989) "Characterization of spanish orange juice for variables used in Purity Control". J. Agric. Food. Chem., 37, 596-600.
- ASHOOR, S.M.; MONTE, W.C.; WELTY, J. (1974) "Liquid Chromatographic Determination of Ascorbic Acid in Foods". J.A.O.A.C., Vol. 67 N°1, 78-80
- AUNG, T. Y ROSS, E. (1965) "Heat sensitivity of pectinesterase activity in Papaya puree and of catalase-like activity in passion fruit juice". J. Food. Sci., 30, 144-147.
- BABSKY, N.E.; TORIBIO, J.L. y LOZANO, J.E. (1986) "Influence of storage on the composition of clarified Apple juice concentrate". J. Food Sci., 51, (3), 564-567.
- BAKER, D.W. (1973) "Analysis of organic acids in fruit products by anion exchange isolation and Gas chromatographic determination". J. A.O.A.C., 56, (5), 1257-1263.
- BARTHOLOMEW, D.P. y PAULL, R.E. (1986). CRC Handbook of fruit set and Development. Ed. Monselise. Boca Ratón, Florida.
- BELITZ, H.D. y GROSH, W. (1988). Química de los alimentos. Ed. Acribia.

Zaragoza.

- BENEDITO, J.; GASQUE, F. y LAFUENTE, B. (1974) "Desulfitación de los zumos de fruta. II. Estudio de los factores que afectan al equilibrio de la reacción (glucosa-bisulfito) glucosa+bisulfito". Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 14, (3), 387-395.
- BERRY, R.E.; NAGY, S. y TATUM, J.H. (1974) "Methods for determining bitterness, thermal history and flavor quality in citrus products". Calidad y detección de adulter. en zumos cítricos. Conferencia Internacional IUFUST. Ed. IATA. Valencia.
- BIELIG, H.J. y WERNER, J. (1973) "Elaboración de sumos de frutas". Boletín de Servicios Agrícolas. 13. FAO. Roma.
- BIERMAN, Ch.J. y Mc GINNIS, G.D. (1989) Analysis of Carbohydrates by GLC and MS. CRC Press.
- BLUMENKRANTZ, N. y ASBOE - HANSEN, G. (1973) "New method for quantitative determination of uronic acids" J. Biochem. 54, 481-489.
- BOLAND, F.E.; BLOMQUIST, V.H. y ESTRIN, B. (1972) "Chemical composition of mexican pineapple". J. A.O.A.C. 55, (1), 200-201.
- BONNASIEUX, M.P. (1988). Tous les fruits comestibles du monde. Ed. Bordas. París.
- BROWN, M.B.; COHEN, E. (1983) "Discussion of statistical methods for determining purity of citrus juice" J. A.O.A.C., Vol 66 n°3, 781-788
- BREKKE, J.E.; CAVALETTO, C.G.; NAKAYAMA, T.O.M. y SUEHISA, R.H. (1976) "Effects of storage temperature and container lining on some quality attributes of papaya nectar". J. Agric. Food. Chem., 24, (2), 341-343.
- BRUBACHER, C. (1985) "Methods for the determination of vitamins in food" Recommended for COST-91.
- CAMARA, M^a.M. (1990) "Estudio de la Cárica papaya grupo Solo. Maduración en distintos sistemas de almacenamiento". Memoria de licenciatura. Facultad de Farmacia. UCM. Madrid
- CANO, M^a.P; FUSTER, C; PRESTAMO, G. (1989) " Suitability to freezing of four spanish Kiwifruit cultivars" Proceeding of the International Conference Of Technical Inovations in Freezing and Refrigeration

- of Fruits and Vegetables. University of California, Davis Campus.
- CANO, M.P.; GARCIA, M.P.; MARIN, M.A. (1991) "Changes in sugar and organic acids in frozen papaya slices " Proceeding of the XVIII th International Congress of Refrigeration, Montreal, Quebec, Canada.
- CHAN Jr, H.T. y KWOK, S.C.H. (1975) "Identification and determination of sugars in some tropical fruit products". J. Food. Sci., 40, 419-420.
- CHAPMAN, G.W. y HORVAT, R.J. (1989) "Determination of Nonvolatile Acids and Sugars from fruits and sweet Potato extracts by capillary GLC and GLC/MS" J. Agric. Food. Chem., 37, 947-950.
- CHEFTEL, J.C. y CHEFTEL, H. (1977) Introducción a la Bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol I y II. Ed. Acribia.
- CODEX ALIMENTARIUS. Vol. X. (1983) "Normas del Codex para zumos (jugos) de fruta, zumos (jugos concentrados de fruta), nectares de fruta" Primera edición, FAO/OMS, Roma.
- CODIGO ALIMENTARIO ESPAÑOL. (1991) Textos legales. B.O.E. Madrid .
- COFFIN, D.E. (1968) "Correlation of the levels of several constituents of commercial orange juices" J. A.O.A.C., 51, (6), 1199-1203.
- COPPOLA, E.D.; CONRAD, E.C. y COTTER, R. (1978) "High Pressure liquid chromatographic determination of major organic acids in cranberry juice" J. A.O.A.C., 61, (6), 1490-1493.
- COPPOLA, E.D. y STARR, M.S. (1986) "Liquid chromatographic determination of major organic acids in apple juice and cranberry (arándano) juice cocktail: collaborative study" J. A.O.A.C., 69, (4), 594-597.
- COSTELL, E. y DURAN, L. (1982) "Reología físico-química de los zumos y purés de frutas" Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 22, (1), 80-95.
- COVEY, H.M. (1982) "Chilling injury of crops of tropical and subtropical" Hortscience, 17, (2), 162-165.
- DAUBERTE, B.; ESTIENNE, J.; GUERERE, H. y GUERRA, N. (1990) "Contribution a l'etude de la formation d'hydroxymethylfurfural dans les boissons a base de jus de fruits et dans les cafes «torrefacto»" Ann. Fals. Exp. Chim., 83, (889), 231-253.

- DELLA MONICA,E.S.; CALHOUN,H.J. y Mc DOWELL,P.E. (1974) "The quantitative determination of glucose, fructose and sucrose in fruits and potatoes" J. Food Science, 39, 1062-1063.
- DE VRIES,J.W.; HERUFF,J.C. y EGDERG,D.C. (1979) "HPLC determination of carbohydrate in food product: Evaluation of method" J. A.O.A.C., 62, (6), 1292-1296.
- DIAZMARQUINA,A;ORZAEZVILLANUEVA,M^aT.;MATALLANAGONZALEZ,M^aC. (1987) "Vitamina C en productos dietéticos: I) zumos y néctares". Alimentaria, nº180, 67-70.
- DIAZ ROBLEDO,J. (1981) Atlas de frutas y hortalizas, Ed. Julián Díaz Robledo, Valencia.
- DINSMORE,H.L.; NAGY,S. (1974) "Improved colorimetric determination for furfural in citrus juices" J.A.O.A.C., vol. 57 nº2, 332-335.
- DUDEK,J.A.; BERHAN,S.C.; JOHNSON,D.; ELKINS Jr,E.R. y HAGEN,R.E. (1985) "Investigation of total dietary fiber methodology in the characterization of the carbohydrate fraction of canned peers" J. Food Sci., 50, 851-852.
- DULL,G.G. (1971) "Food sciences and technology. A series of monographs" The biochemistry of fruits and their products, 2, 303-331.
- DUNMIRE,D.L. y OTTO,S.E. (1979) "High pressure liquid chromatographic determination of sugars in various food products" J. A.O.A.C., 62, (1), 176-185.
- DOWNIE,N.M; HEATH,R.W (1983) " Métodos estadísticos aplicados" Ed. del Castillo. S.A. Madrid.
- EAGERMAN,B.A. y ROUSE,A.H. (1976) "Heat inactivation temperature-time relationships for pectinesterase inactivation in citrus juices" J. of Food. Science, 41, 1396-1397.
- EVANS,R.H.; VAN SOESTBERGEN,A.W. y RISTOW,K.A. (1983) "Evaluation of apple juice authenticity by organic acid analysis" J. A.O.A.C., 66, (6), 1517-1520.
- FALCON FLORIDO,S.T.; FERNANDEZ,M.C.; GALAN GONDALEZ,J.N.; HARDISSON DE LA TORRE,A. y WILDPRET DIXILES,L.N. (1983)

- "Determinación de iones metálicos (sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro y zinc) en los vinos de la isla de Tenerife por fotometría de llama y espectrofotometría de absorción atómica" Anal. Bromatol., XXXV-1, 31-40.
- FERNANDEZ-FLORES,E.; KLINE,D.A. y JOHNSON,A.R. (1970) "GLC determination of organic acids in fruits and their trimethy silyl derivatives" J. A.O.A.C., 53, (1), 17-20.
- FOLKES,D.J. y CRANE,L. (1988). H.P.L.C. in food analysis. Academic Press.
- FRIGOLA,C.A.M.; BOSCH,S.F (1988) "Nuevo método colorimétrico para determinación de vitamina C en alimentos" Anal. Bromatol. XL-1, 79-88.
- FUNP,Y-S.;LUK (1985) "Determination of ascorbic acid in soft drinks and fruit juices. Part 2. Aplicability of direct ultraviolet spectrophotometry with background correction" Analyst Vol 110, 1439-1444
- GALLO LLOVET,L. y HERNANDEZ HERNANDEZ,J. (1983) "Problemas fitopatológicos de la piña de Canarias" XIII Congreso NORCOFEL. Cultivo y Producción de frutas tropicales, Ed. Mapa, Islas Canarias.
- GARCIA CASTRO,J.C.; HARDISSON,A.; SANCHEZ SANCHEZ,M^aJ. y BRITO MIRALLES,G. (1990) "Determinación del contenido de elementos minerales de bebidas refrescantes" Alimentaria Mayo, (212), 75-81.
- GARCIA TERESA,R. y BURON ARIAS,F. (1980) "Relación entre la estructura y las propiedades de los zumos y purés de frutas y hortalizas" Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment., 20, (1), 70-78.
- GODINHO,O.E.S.; DE SOUZA,N.E. y ALEIXO,L.M. (1988) "Determination of tartaric acid and the sum of malic and citric acids in grapes juices by potentiometric titration" J. A.O.A.C., 71, (5), 1028-1032.
- GOMEZ BAREZ,J.A.; SANCHEZ,P.A. y HERNANDEZ,M.J. (1987) "Valoración potenciométrica de citrato mediante un electrodo de amalgama de Cu. I. Estudio del método" Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment., 27, (4), 557-561.
- GONZALEZ,C.; IBARZ,A. y VICENTE,M. (1988) " Pardeamiento no enzimático

- de zumo de melocotón" Alimentaria, Noviembre, 63-68.
- GORTNER, W.A.; DULL, G.G. y KRAUSS, B.H. (1967) "Fruit development, maturation, ripening and senescence a biochemical basis for horticultural terminology" Hortscience, 2, (4), 141-144.
- GRAUMLICH, T.R.; MARCY, J.E. y ADAMS, J.P. (1986) "Aseptically packaged orange juice and concentrate: A review of the influence of processing and packaging conditions on quality" J. Agric. Food. Chem., 34, 402-405.
- HALL, N.T.; SMOOT, J.M.; KNIGHT Jr, R.J. y NAPY, S. (1980) "Protein and amino acid composition of ten tropical fruits by gas-liquid chromatography" J. Agric. Food. Chem., 28, (6), 1217-1221.
- HART, F.L.; FISHER, H.J. (1971) "Análisis moderno de los alimentos" Ed. Acribia.
- HOLDSWORTH, S.D. (1988). Conservación de frutas y hortalizas, Ed Acribia, Zaragoza.
- HUNT, D.C.; JACKSON, P.A.; MORTLOCK, R.E. y KIRK, R.S. (1977) "Quantitative determination of sugars in foodstuffs by high-performance liquid chromatography" Analyst, 102, 917-920.
- HURST, W.J.; MARTIN Jr, R.A. y ZOUMAS, B.L. (1979) "Application of HPLC to characterization of individual carbohydrates in foods" J. Food. Sci., 44, 892-895.
- HUXSOLL, Ch.C. y BOLIN, H.R. (1989) "Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables" Food Tech., 43, (2), 124-128.
- IBARZ, A. y AGUADO, M. (1988) "Comportamiento reológico del zumo de manzana despectivizado a elevadas concentraciones y bajas temperaturas" Alimentaria, En-Fb, 65-72.
- IBARZ, A. y CASERO, T. (1987) " Reología de zumos de manzana de diferente variedad" Alimentaria, Sept., 57-59.
- IBARZ, A.; CASERO, T.; MIGUELSANZ, R. y PAGAN, J. (1989) "Cinéticas de formación de hidroximetilfurfural en concentrados de zumo de pera almacenado a temperatura" Alimentaria, En-Feb, 81-84.
- ISAAC, R.A. y JOHNSON, W.C. (1975) "Collaborative study of wet and dry

- ashing techniques for the elemental analysis of plant tissue by atomic absorption spectrophotometry" J. A.O.A.C., 58, (3), 436-440.
- IVERSON, J.L. y BUENO, M.P. (1981) "Evaluation of high pressure liquid chromatography and gas-liquid chromatography for quantitative determination of sugars in foods" J. A.O.A.C., 64, (1), 139-143.
- JIMENEZ, A.M.; HERRADOR, M.A. y ASUERO, A.G. (1984) "Elementos traza en alimentos: 1. Aspectos metodológicos de su determinación" Alimentaria, 21, (152), 107-111.
- KANNER, J.; FISHBEIN, J.; SALOM, P.; HAREL, S. y BEN-GERA, I. (1982) "Storage stability of orange juice concentrate packaged aseptically" J. Food. Sci., 47, 429-431.
- KANNER, J.; HAREL, S.; FISHBEIN, Y. y SHALOM, P. (1981) "Furtural acumulation in stored orange juice concentrates" J. Agric. Food. Chem., 29, 948-949.
- KERMASHA, S.; BARTHAKUR, N.N.; ALLI, I. y MOHAN, N.K. (1987) "Changes in chemical composition of the kew cultivars of pineapple fruit during development" J. Sci. Food. Agric., 39, 317-324.
- KING, A.D. y BOLIN, H.R. (1989) "Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables" Food Tech., 43, (2), 132-135.
- KLINE, D.A.; FERNANDEZ-FLORES, E. y JOHNSON, A.R. (1970) "Quantitative determinatin of sugars in fruits by GLC separation of TMS derivatives" J. A.O.A.C., 53, (6), 1198-1202.
- KRUEGER, D.A., KRUEGER, R.; MACIEL, J. (1992) "Composition of pineapple juice" J.A.O.A.C., 75, (2), 280-282.
- KWOK, S.C.N., CHAN Jr, H.T.; NAKAYAMA, T.O.M. y BREKKE, J.E. (1974) "Passion fruit starch and effect on juice viscosity" J. Food. Sci., 39, 431-433.
- LANZA, E. y BUTRUN, R.R. (1986) "A critical review of food fiber analysis and data" J. Anuar. Diet. Assoc., 86, (6), 732-740.
- LEE, H.S. y WROLSTAD, R.E. (1988) "Apple juice composition: sugar, nonvolatile acids and phenolic profiles" J. A.O.A.C., 71, (4), 789-794.

- LI, B.W.; SCHUMANN, P.J. y WOLF, W.R. (1985) "Chromatographic determinations of sugars and starch in a diet composite reference material" J. Agric. Food. Chem., 33, (3), 531-536.
- LI, Z.; ALLI, I. y KERMASHA, S. (1989) "Use of acidification, low temperature, and sorbates for storage of orange juice" J. Food. Sci., 54, (3), 674-678.
- LIFSHITZ, A.; STEPAN, Y.; BROWN, M.B. (1971) "Detection of adulteration of fruit juice. II) Comparison of statistical methods" J.A.O.A.C. Vol. 54 nº6, 1266-1269
- LIFSHITZ, A.; STEPAN, Y.; BROWN, M.B. (1974) "Method for testing the purity of israeli citrus juices" J.A.O.A.C., 57, (5), 1169-1175.
- LLUCH RODRIGUEZ, M^aA. y FLORS BONET, A. (1979) "Desulfitación de zumos de frutas XII. Cálculo de procesos de desulfitación de mosto de uva por etapas sucesivas de evaporación «flash» en un diagrama de equilibrio y-x" Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 19, (3), 355-366.
- LOPEZ HERNANDEZ, M^aJ.; SIMAL LOZANO, J. y ROMERO, R.M^a (1989) "Aplicación de la cromatografía líquida de alta resolución al análisis de ácidos orgánicos en zumos, néctares y bebidas refrescantes" Anal. Bromatol., XLI, (1), 65-71.
- LUNA, E.D. y SMOOT, J.M. (1982) "Dietary fiber content of some tropical fruits and vegetables" J. Agric. Food. Chem., 30, 1123-1127.
- LUNDAHL, D.S.; McDANIEL, M.R. y WROLSTAD, R.E. (1989) "Flavor, aromes and compositional changes in strawberry juice concentrate stored at 20°C" J. Food. Sci., 54, (5), 1255-1258.
- MADRID, A. (1986) Manual de industrias alimentarias, Ed. E.M.V., Madrid.
- MADRID, A.; MADRID, J.M. y MADRID, R. (1990) "Envasado aséptico de zumos de frutas y otras bebidas analcohólicas" Alimentación, equipos y tecnología, Dic., 89-93.
- MARSHALL, M.R.; MARCY, J.E. y BRADDOCK, R.J. (1985) "Effect of total solids level on heat inactivation of pectinesterase in orange juice" J. Food. Sci., 50, 220-222.
- MARTIN HERNANDEZ, M.C. y JUAREZ, M. (1987) "Utilización de técnicas

- cromatográficas en el análisis de alimentos" Alimentaria, oct., 13-20.
- MARTINEZ PARA, M^{ac}.; MASOUD, T.A. y AGUILAR VILAS, M^{av}. (1983) "Relación hierro-manganeso en bebidas refrescantes" Anal. Bromatol., XXXV, (1), 41-50.
- MATSUMOTO, S. and OBARA, T. (1974) "On the changes of aminonitrogen content of fruit juice powder during manufacture, using different drying techniques" *Calidad y detección de adulteraciones en zumos cítricos. Conferencia internacional IUFOST*, Ed. IATA, Valencia.
- MATSUMOTO, S.; OBARA, T. and LUH, B.S. (1983) "Changes in chemical constituents of kiwifruit during post-harvest ripening" J. Food. Sci., 48, (2), 607-608.
- McHARD, J.A.; WINEFORDNER, J.D. and TING, S.V. (1976) "Atomic absorption spectrometric determination of eight trace metals in orange juice following hydrolytic preparation" J. Agric. Food. Chem., 24, (5), 950-953.
- McLELLAN, M.R.; KINE, R.W. and LIND, L.R. (1985) "Apple juice clasification with the use of honey and pectinase" J. Food Sci., 50, 206-208.
- MERCE, M.H. (1982) "Analyse des jus de fruits des jus de legumes et des produits dérivés" Ann. Fals. Exp. Chim., 72, (813), 549-557.
- MEYDAY, S.; SAGUY, I. and KOPELMAN, I.J. (1977) "Browning determination in citrus products" J. Agric. Food. Chem., 27, (3), 602-604.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1974) *Métodos oficiales de análisis. Productos derivados de la uva*, Servicio de Publicaciones, Madrid.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1985) *Análisis de alimentos. Métodos oficiales y recomendados por el centro de investigación y control de calidad*, Servicio de Publicaciones, Madrid.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1989) "Código alimentario español" vol. XIV Frutas y Derivados. Ed. Subsecretaría de Sanidad y Consumo.
- MORENO, J.; CARO, J. y PRESTAMO, G. (1974) "La conductividad eléctrica específica como posible parámetro de calidad y detector de

- fraudes en los zumos cítricos" Calidad y detección de adulteraciones en zumos cítricos. Conferencia Internacional IUFOST, Ed. IATA, Valencia.
- MURALIKRISHNA,U;MURTY,J.A.(1989)"Spectrophotometric determination of ascorbic acid in pharmaceutical preparations and fruit juices" Analyst 114,3, 407-408.
- MUSHONAS,N.G. and SHAW,P.E. (1989) "Changes in composition of volatile components in aseptically packaged orange juice during storage" J. Agric. Food. Chem., 37, 157-161.
- NAGY,S. (1980) "Vitamin C contents of citrus fruit and their products: A review" J. Agric. Food. Chem., 28, (1), 8-18.
- NAGY,S.; RANDALL,V. (1973) "Use of furfural content as an index of storage temperature abuse in commercially processed orange juice". J.Agric. Food. Chem. 21, (2), 272-275.
- NAVARRO,J.L. (1980) "Progresos en la detección de adulteraciones en zumos de naranja" Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 20, (3), 289-298.
- NORONHA DA SILVEIRA,M.I.O.C.B.; BATISTA,M.T.P.M. y BAETA,M.L.M.A. (1981) "Contribuição para o estudo dos alimentos industrializados. 1) Estudo bromatológico dos sumos de frutos enlatados" Anal. Bromatol., XXXIII, (1), 91-110.
- NUÑEZ,J.M.; LAENCINA,L.; GUZMAN,G. y DE GODOS,A.M. (1990) "Inhibición del pardeamiento de zumo concentrado de limón por dióxido de azufre" Alimentación, equipos y tecnología, Dic., 105-108.
- ORDEN de 29 de Enero de 1988 por la que se aprueban los métodos oficiales de análisis de zumos de frutas y otros vegetales y sus derivados.B.O.E. 5-2-88.
- OSBORNE,D.R. y VOOGT,P. (1978) .Análisis de los nutrientes de los alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza.
- PALMER,J.K. and LIST,D.M. (1973) "Determination of organic acids in foods by liquid chromatography" J. Agric. Food. Chem., 21, (5), 903-906.
- PAUL,R.E.; ROHRBACH,R.G. (1985) "Symptom development of chilling

- injury in pineapple fruit" J.Amer.Soc.Hort Sci. 110(1) 100-105.
- PEARSON,D. (1986) Técnicas de laboratorio para análisis de alimentos, Ed. Acribia, Zaragoza.
- PEDREÑO,J; MANZANO,J; MANZANO,C. (1985) "Valores nutricionales de los zumos y néctares " Alimentación equipos y tecnología. Sept - Oct, 111-115.
- PEREZ GUERRA,G.; CARNERO HERNANDEZ,A. y PEREZ PADRON,F. (1983) "Situación de las plagas en el cultivo de la piña (ananás) en Canarias" XIII Congreso NORCOFEL. Cultivo y producción de frutos tropicales. Islas Canarias., Ed. MAPA.
- PICHA,D.H. (1985) "Organic acid determination in sweet potatoes by HPLC" J. Agric. Food. Chem., 33, 743-745.
- POEI-LANGSTON,M.S. and WROLSTAD,R.E. (1981) "Color degradation in an ascorbic acid-anthocyanin. Havanol model system" J. Food. Sci., 46, 1218-1222.
- PY,C. (1983) "Objetivos y técnicas de producción de la piña tropical" XIII Congreso NORCOFEL. Cultivo y producción de frutas tropicales. Islas Canarias, Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- PEÑA,D. (1987) Estadística . Modelos y Métodos.1. Fundamentos. Alianza Editorial, S.A. Madrid.
- PERTEJO CASTAÑO,L; BUSTOS ARAGON,A; LUIS y LUIS, P. (1990) "Importancia de los baños detergentes de lavado en envases de vidrio retornables en la industria de bebidas refrescantes en relación a la protección del medio ambiente" Alimentación equipos y tecnología Dic. 121-128.
- RAMOS,M.; GONZALEZ,J; REUVERS,Th; RUIZ,E. (1989) "Contenido de vitaminas A,C y E en diferentes tipos de alimentos del mercado español" Alimentaria 208, 51-59.
- REAL DECRETO 2058/ 1982 por el que se aprueba la norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios envasados.
- REAL DECRETO 667/1983, de 2 de marzo, por el que se aprueba la

- Reglamentación Técnico Sanitaria para la elaboración y venta de zumos de frutas y de csus derivados. B.O.E. 31-3-83.
- REAL DECRETO 1650/1991 de 8 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico Sanitaria para la elaboración y venta de zumos de frutas y de otros productos similares. B.O.E. 20-11-91.
- RESOLUCION de 21 de abril de 1983, por la que se aprueba la lista positiva de aditivos y coadyuvantes tecnológicos para uso en la elaboración de zumos de frutas y de otros vegetales y de sus derivados. B.O.E. 15-7-83.
- REYES,F.G.R.; WROLSTAD,R.E. and CORNWELL,C.J. (1982) "Comparison of enzymic, gas-liquid chromatographic and high performance liquid chromatographic methods for determining sugars and organic acids in strawberries at three stages of maturity" J. A.O.A.C., 65, (1), 126-131.
- RICHARD,J.P.; COURSIN,D. et SUARAVA,G. (1984) "Le controle des jus de fruits et des jus concentrés: applications de l'analyse statistique multidimensionnelle" Ann. Fals. Exp. Chim., 77, (824), 9-34.
- RICHMOND,M.L.; BRANDAO,S.C.C.; GRAY,J.F.; NARKAKIS,P. and STINE,Ch.N. (1981) "Analysis of simple sugars and sorbital in fruit by high performance liquid chromatography" J. Agric. Food. Chem., 29, (1), 4-7.
- ROMERO RODRIGUEZ,M.A.; GONZALEZ RODRIGUEZ,N.V.; LAGE-YUSTY,M.A.; LOPEZ HERNANDEZ,J. PASEIRO LOSADA,P. y SIMAL LOZANO,J. (1990) "Identificación y cuantificación por HPLC de los ácidos orgánicos en frutas" Anal. Bromatol., XLII, (2), 299-306.
- ROMOJARO,F.; LOPEZ-ANDREU,F.; LEON,A. y LLORENTE,S. (1974) "Determinación de parámetros representativos de calidad en zumos de limón" Calidad y detección de adulteraciones en zumos citricos. Conferencia Internacional IUFOST. Valencia, Ed. IATA.
- RONK,R.J.; CARSON,K.L. y THOMPSON,P. (1989) "Processing, packaging and regulation of minimally processed fruits and vegetables" Food Tech., 43, (2), 136-139.
- ROYO IRANZO,J. (1974) "Métodos para la detección de fraudes en zumos

- cítricos" Calidad y detecciones de adulteraciones en zumos cítricos. Conferencia Internacional IUFOST.Valencia, Ed. IATA.
- RYAN,J.J. and DUPONT,J.A. (1973) "Identification and analysis of the major acids from fruit juices and wines" J. Agric. Food. Chem., 21, (1), 45-49.
- SANCHEZ,P.A.; GOMEZ,B.J.A. y HERNANDEZ,M.J. (1987) "Valoración potenciométrica de citrato mediante un electrodo de gotas de amalgama de cobre II. Aplicación a zumos de naranja y de limón" Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 27, (4), 536-568.
- SANMARTIN,A.M.; GARRE,G.; MARIN,F.; ALARCON,J. y GUZMAN,G. (1989) "Caracterización de concentrados congelados de piña según su procedencia" Alimentación equipos y tecnología, 8, (3), 89-92.
- SCHATZKY,T.F.; VAN DER COOK,C.E. (1978) "Non-parametric methods for detection of adulteration of concentrated orange juice for manufacturing" J.A.O.A.C. Vol. 61 nº 4, 911-917.
- SCHAWRTZ,M. y COSTELL,E. (1989) "Influencia de la temperatura y de la concentración en la viscosidad de los zumos de manzana y uva" Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 29, (2), 239-245.
- SCHENEIDER,A.; GERBI,V. y REDOGLIA,H. (1987) "A rapid HPLC method for separation and determination of major organic acids in grape must and wines" Ann. J. Enol. Vitic., 38, (2), 151-155.
- SCHLACK,J.E. (1974) "Quantitative determination of L-Ascorbic and by gas-liquid chromatography" J. A.O.A.C., 57, (6), 1346-1349.
- SHAW,P.E. (1988) Handbook of sugar separations in foods by HPLC, CRC Press.
- SHAW,P.E.; WILSON,CH.W. (1982) "Ascorbic acid content of some tropical fruit products determined by high-performance liquid chromatography" J.Agric Food Chem. 30, 2, 394-396.
- SHEWFELT,R.L. (1990) "Quality of fruit and vegetables" Food tech. Junio, 99-106.
- SINGLETON,V.L. (1965) "Chemical and physical development of the pineapple fruit.I. Weight for fruitlet and other physical attributes" J.Food. Sci., 30, (1), 98-104.

- SINGLETON, V.L. and GURTNER, W.A. (1965) "Chemical and physical development of the pineapple fruit. II. carbohydrate and acid constituents" J. Food. Sci., 30, (1), 19-23.
- SIZER, C.E.; WAUGH, P.L.; EDSTAN, S. and ACKERMANN, P. (1988) "Maintaining flavor and nutrient quality of aseptic orange juice" Food Tech., 42, (6), 152-159.
- SMITH, R.B. and CLINE, R.A. (1984) "A laboratory and field study of the relationship between calcium sources and browning in apple juice" J. Food. Sci., 49, 1419-1421.
- SOOD, S.P.; SARTORI, L.E.; WITTMER, D.P.; HANEY, W.G (1976) "High-pressure liquid chromatographic determination of ascorbic acid in selected food and multivitamin products" Anal. Chem., 48, (6) 796-798
- SOUCI, S.W.; FACHMANN, W. and KRANT, H. (1986) "Food composition and nutrition tables. 1986/87" Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 874.
- SOULIS, Th.; ARVANITOY ANNIS, I. et KAVLENTIS, E. (1989) "Teneur en sodium, potassium, magnesium et calcium de certains jus D'Agrumes press trais el transformés" Sciences des aliments, 9, 147-154.
- SOUZA de, N.E.; GODINHO, O.E.S. and ALEIXO, L.N. (1985) "Procedure for the simultaneous determination of tartaric and citric acids and total carbonate by potentiometric titrimetry and its application to antacid analysis" Analyst, 110, (8), 989-991.
- STEPAK, Y. and LIFSHITZ, A. (1972) "Identification and determination of sugars in some fruit juices" J. A.O.A.C., 55, (1), 1215-1217.
- TATUM, J.H.; NAGY, S. and BERRY, R.E. (1975) "Degradation products formed in canned single strength orange juice during storage" J. Food. Sci., 40, 707-709.
- TING, S.V. (1956) "Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugars and fructose in citric juices" J. Agric. Food Chem., 4, (3), 263-266.
- TOLEDO, R.T. (1986) "Postprocessing changes in aseptically packed

- beverages" J. Agric. Food. Chem., 34, 405-408.
- TORIBIO, J.L.; NUNES, R.V. and LOZANO, J.E. (1984) "Influence of water activity on the nonenzymatic browning of apple juice concentrate during storage" J. Food. Sci., 49, 1630-1631.
- TORIBIO, J.L. and LOZANO, J.E. (1984) "Nonenzymatic browning in apple juice concentrate during storage" J. Food Sci., 49, 889-892.
- TORIJA ISASA M^a E. (1981) " Principios inmediatos y elementos minerales en hongos comestibles ". ED. Universidad Complutense de Madrid.
- VAN NIEKERK, P.J. (1988) HPLC in food analysis, Academic Press.
- VELDHUIS, M.K. (1974) "Quality parameters in citrus juices: quality control and grade inspection of citrus juices in the United States" *Calidad y detección de adulteraciones en zumos cítricos. Conferencia internacional IUFOST. Valencia, Ed. IATA.*
- VELEZ, C.; IZQUIERDO, L. y COSTELL, E. (1990) "Análisis sensorial del aroma de los zumos de frutas" Rev. Agroquim. Tecnol. Aliment., 30, (1), 23-40.
- VENTURA, F.; GUERRERO, L.; SERRA, J. y BOTA, E. (1990) "Influencia de la temperatura de almacenamiento en la estabilidad del zumo de naranja envasado en tetra-brik" Alimentación, equipos y tecnología, Dic., 95-98.
- VIDAL-VALVERDE, C.; HERRANZ, J.; BLANCO, I. and ROJAS-HIDALGO, E. (1982) "Dietary fiber in spanish fruits" J. Food. Sci., 47, 1840-1845.
- VILLANUEVA, M^a J. y BARRAGAN, R. (1985) "Determinación cuantitativa de la fracción hidrocarbonada en alimentos" Anal. Bromatol., XXXVII, (1), 61-77.
- WANG, Ch.Y. (1982) "Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress" Hortscience, 17, (2), 173-186.
- WILLS, R.B.H.; LEE, T.H.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. y GRAHAM, D. (1984) *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post-recolección*, Ed. Acribia.
- WILLS, R.B.H.; WIMALASIRI, P.; GREENFIELD, H. (1984) "Dehydroascorbic acid levels in fresh fruit and vegetables in relation to total

- vitamin C activity" J. Agric Food Chem. 32, 4, 836-838.
- WILDMAN, T. and LUH, B.S. (1981) "Effect of sweetener types on quality and composition of canned kiwi nectars" J. Food. Sci., 46, 387-390.
- WILSON, A.M.; WORK, T.M.; BUSHWAY, A.D. and BUSHWAY, R.J. (1981) "HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes" J. Food Science, 46, 30-301.
- WILSON, Ch.W.; SHAW, P.E. "High performance liquid chromatographic determination of ascorbic acid in aseptically packaged orange juice using ultraviolet and electrochemical detectors". J. Agric. Food. Chem. 35, 3, 329-331.
- WOLFROM, M.L.; KASHIMURA, N. and HORTON, D. (1974) "factors affecting the maillard browning reaction between sugars and amino acids. Studies on the nonenzymic browning of dehydrated orange juice" J. Agric. Food Chem. 22, (5), 796-800.
- WONG-CHONG, J. and MARTIN, F.A. (1979) "Analysis of sugar cane saccharides by liquid chromatography. 1. Adsorption chromatography with flow programming" J. Agric. Food Chem., 27, (5), 927-929.
- WOODROOF, J.G.; LUH, B.S. (1986) "Commercial fruit processing"
Second Edition. AVI Publishing Company, INC Westport-Connecticut.
- WOODS, A.E.; AURAND, L.W. (1977) "Laboratory Manual in Food Chemistry"
The AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut.
- WROLSTAD, R.E. and SHALLENBERGER, R.S. (1981) "Free sugars and sorbitol. A compilation from the literature" J.A.O.A.C. 64, (1), 91-103.
- ZYREN, J.; ELKINS, E.R. (1985) "Interlaboratory variability of methods used for detection of economic adulteration in apple juice" J.A.O.A.C. 68, (4), 672-677.